



SIERA

APPRIEU (38)

Captage de Côte Gagère

Etude hydrogéologique de vulnérabilité de l'aquifère et diagnostic des pressions

Rapport REMNCE00283-01

26/04/2013



SIERA

Intitulé du rapport

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Vérification		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport provisoire	26/04/2013	01	M.FAYEIN B. LERCH D. VANDEN BERGHE		S.GRANGE			
		02						
		03						
		04						

Numéro de rapport :	REMANCE00283-01
Numéro d'affaire :	A29432
N° de contrat :	CEMANCE111102
Domaine technique :	ES03
Mots clé du thésaurus	ALIMENTATION EN EAU POTABLE CAPTAGE D'EAU SOUTERRAINE ETUDE HYDROGEOLOGIQUE LOCALE VULNERABILITE DE LA NAPPE

BURGEAP AGENCE DE GRENOBLE

2, rue du Tour de l'Eau

38400 SAINT MARTIN D'HERES

Téléphone : 33(0)1 76 00 75 50. Télécopie : 33(0)1.76 00 75 69

e-mail : agence.de.grenoble@burgeap.fr

SOMMAIRE

1. Contexte et objectifs de l'étude	10
1.1 SIERA	10
1.2 Le captage de Côte Gagère	10
1.3 Les désordres constatés	10
1.4 Connaissance de l'aquifère et étude de sa vulnérabilité (conclusions de l'étude de Phase I de CPGF-Horizon)	11
1.5 Objectifs de l'étude de vulnérabilité	11
2. Etude environnementale et diagnostic des pressions	12
2.1 Occupation du sol	12
2.2 Activités industrielles	14
2.2.1 Activités actuelles	14
2.2.2 Activités anciennes	15
2.3 Eau potable, eaux pluviales et eaux usées	16
2.3.1 AEP 16	
2.3.2 Assainissement	16
2.4 Aménagements divers et autres sources possibles de pollutions	17
3. Etude agro-pédologique	23
3.1 Agriculture sur le bassin versant du lac de Paladru (étude BURGEAP, 2009)	23
3.2 Pratiques agricoles sur le périmètre d'étude réduit	24
3.2.1 Cultures agricoles	24
3.2.2 Fertilisation des cultures	28
3.2.3 Utilisation de produits phytosanitaires	31
4. Vulnérabilité de l'aquifère vis-à-vis des pollutions accidentelles	32
4.1 Principe de la modélisation hydrogéologique	32
4.1.1 Etapes de la modélisation	32
4.1.2 Montage du modèle des écoulements souterrains : application au captage de cote Gagère	32
4.2 Présentation du modèle	33
4.3 Calage du modèle	34
4.4 Simulations	37
4.4.1 Zone d'alimentation du captage en basses eaux	37
4.4.2 Simulation d'une pollution dans la Fure (Scénario S2)	37
4.4.3 Simulation d'une pollution accidentelle à hauteur de la D520 en basses eaux (Scénario S3)	39
4.4.4 Conclusions sur les simulations de pollution	42
5. Calcul de la vulnérabilité intrinsèque de l'aquifère	43
5.1 Cartographie Méthodologie de diagnostic du BAC	43

5.2	Tracé du BAC	44
5.2.1	Détermination de la zone d'appel du captage	44
5.2.2	Proposition de tracé du BAC	46
5.3	51	
5.4	Tracé du BAC	52
5.4.1	La pluie efficace	52
5.4.1.1	Données utilisées	52
5.4.1.2	Classification suivant les critères de la méthodologie	52
5.4.2	Critère « Infiltration efficace » I	55
5.4.3	Critère « épaisseur de la zone non saturée » H	57
5.4.3.1	Données utilisées	Erreur ! Signet non défini.
5.4.3.2	Classification selon les critères de la méthodologie	Erreur ! Signet non défini.
5.4.4	Critère « perméabilité de l'aquifère » K	59
5.4.4.1	Données utilisées	59
5.4.4.2	Classification selon les critères de la méthodologie	59
5.4.5	Critère « Sol » S	61
5.4.5.1	Données utilisées	61
5.4.5.2	Classification selon les critères de la méthodologie	62
5.4.6	Calcul de la vulnérabilité	64

ANNEXES	69
----------------	-----------

TABLEAUX

Tableau 1 : Occupation du sol (données BURGEAP, 2009)	12
Tableau 2 : Liste des ICPE industrielles du périmètre d'étude	14
Tableau 3 : Rejets industriels (étude BURGEAP, 2009)	15
Tableau 4 : Anciens sites industriels du périmètre d'étude	15
Tableau 5 : Captages AEP du périmètre d'étude	16
Tableau 6: Comparaison des niveaux piézométriques observés et calculés	35
Tableau 7: Comparaison des rabattements observés et simulés au cours de l'essai de pompage du 22 mai 2012	36
Tableau 8 : Résultats du scénario 2 (transfert d'une pollution de la Fure dans la nappe)	38
Tableau 9 : Valeurs des indices en fonction des critères selon la méthodologie du BRGM pour un aquifère alluvial	43
Tableau 10 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de l'aquifère	44
Tableau 11 : Précipitation et température moyenne annuelle à la station météo de Saint-Etienne de Saint-Geoirs (2001/2010)	52
Tableau 12 : Calcul des précipitations efficaces à Saint-Etienne de Saint Geoirs	53
Tableau 13 : Classification du critère K selon la méthodologie BRGM	59
Tableau 14 : Description des terrains de couverture du bassin versant	61
Tableau 11 : Grille de notation du critère classe de sol en fonction de son épaisseur et de sa texture	62
Tableau 12 : Classification du critère Sol	62
Tableau 14 : Répartition des classes de vulnérabilité	64

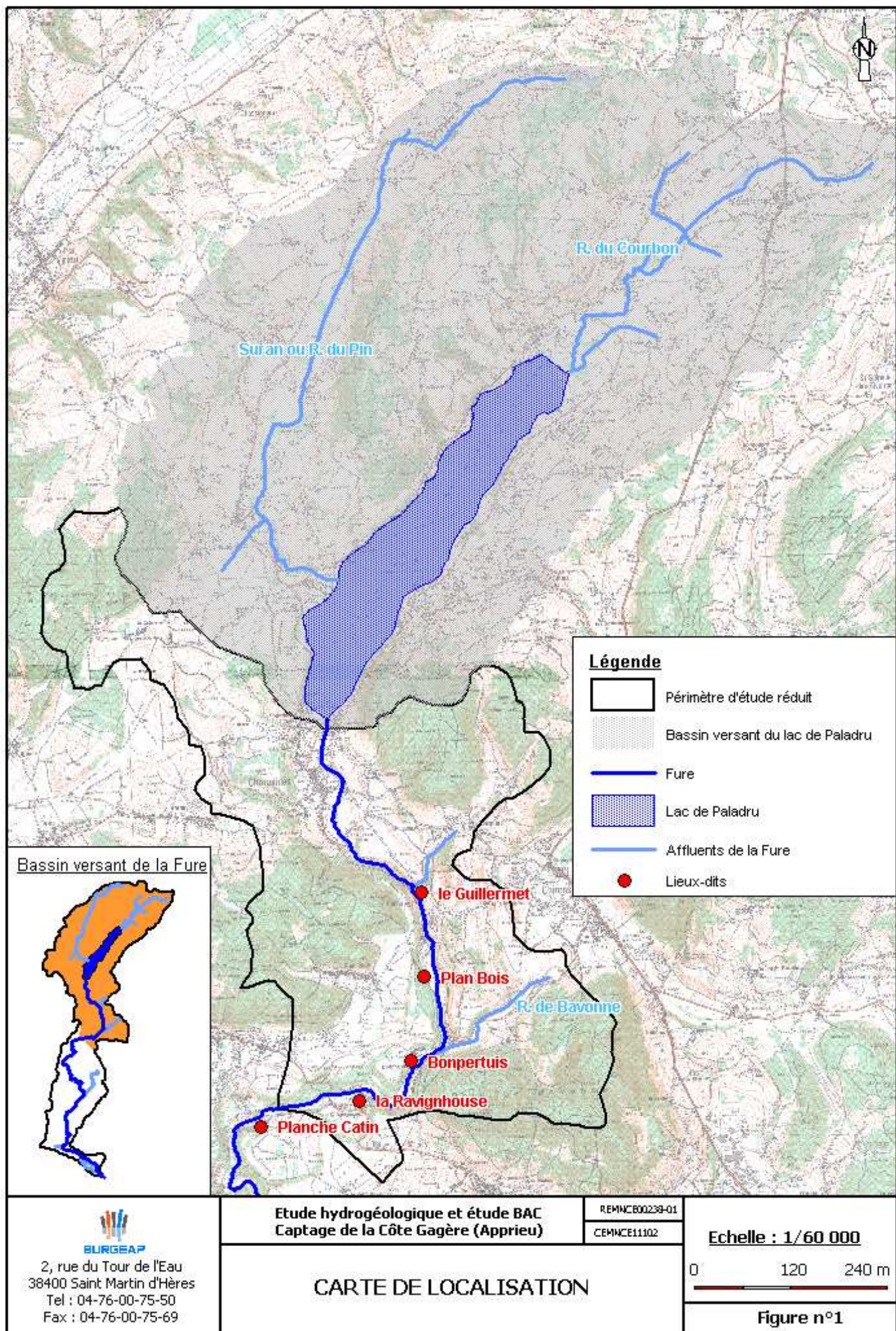
FIGURES

Figure 1 : Territoire d'étude	9
Figure 2 : Occupation du sol	13
Figure 3 : Pressions polluantes potentielles (a : territoire aval, b : territoire amont)	20
Figure 4 : Répartition des cultures agricoles sur le périmètre d'étude réduit	24
Figure 5 : Registre parcellaire graphique 2010 pour le périmètre d'étude restreint	25
Figure 6 : Répartition des cultures agricoles sur le bassin versant du lac de Paladru	26
Figure 7 : Registre parcellaire graphique 2010 pour le bassin versant du lac de Paladru	27
Figure 4 : Localisation des parcelles recevant des boues de STEP	29
Figure 9 : Carte communale d'aptitude des sols à l'épandage d'effluents organiques (source : Chambre d'agriculture)	30
Figure 10 : Limites et perméabilités du modèle dans la troisième couche (alluvions)	34
Figure 11 : Carte piézométrique simulée et calée sur les niveaux du 21 mai 2012 (échelle du modèle)	35
Figure 12 : Carte piézométrique simulée et calée sur les niveaux du 21 mai 2012 (échelle locale)	36
Figure 13 : Illustration des concentrations retrouvées dans le captage en cas de pollution de la Fure (scénarios S2a, S2b et S2c)	38
Figure 13 : Répartition des temps d'arrivées des molécules d'eaux issus de la Fure (scénario 2a).	39
Figure 13 : Evolution des concentrations au captage des Cotes Gagère suite au déversement au temps 0 d'un produit à hauteur de la départementale D520	40
Figure 14 : Evolution des concentrations en polluant dans la nappe 2, 25, 40 et 60 jours après l'accident	41
Figure 14 : Représentation de la zone d'appel par la méthode de GRUBB	45
Figure 18 : Carte géologique au 1/50 000 du BRGM – Feuille Voiron centrée sur la basse vallée de la Fure (extrait du rapport CPGF-Horizon) de Phase I	47
Figure 19 : Coupe géologique montrant la continuité des alluvions des terrasses fluvioglaciaires et des alluvions récentes de la Fure en rive gauche (extrait du rapport de Su du CHAFFAUT de juin 1994)	49
Figure 20 : Coupe géologiques interprétatives à partir des données de géophysique interprétées par DEHAYS (extrait de sa thèse)	50
Figure 21 : Délimitation du BAC	51
Figure 22 : Variabilité de l'indice P	54
Figure 23 : Variabilité de l'indice I	56
Figure 24 : Variabilité de l'indice H	58
Figure 25 : Variabilité de l'indice K	60
Figure 26 : Variabilité de l'indice S	63
Figure 27 : Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque du BAC	65

ANNEXES

Annexe 1 Fiches de visite

70



1. Contexte et objectifs de l'étude

1.1 SIERA

Le Syndicat Intercommunal des Eaux de la région d'Apprieu (SIERA) assure l'alimentation en eau potable de 3 communes : Apprieu, Colombe et Oyeu représentant une population de 4 716 habitants (INSEE 1999). Ces 3 communes appartiennent à la communauté de communes de Bièvre-Est qui regroupe 13 communes. Proches de Voiron, situées sur l'axe LYON GRENOBLE, desservies par l'axe de la Bièvre et possédant un échangeur de l'A48 sur leur territoire, ces communes disposent d'atouts qui induisent un accroissement d'activités ainsi qu'une augmentation de leur population, auxquels il convient d'ajouter une population saisonnière estivale liée à la proximité du lac de Paladru et des massifs Alpains.

Les communes d'Apprieu et de Colombe (490 m d'altitude) sont séparées de la commune d'Oyeu (560 m) par un «éperon» miocène constitué de monts boisés dont le plus haut culmine à 776 m (Plan du Rey). Le territoire est bordé à l'est par la commune de Charavine, puis par la rivière la Fure sortant du Lac de Paladru.

1.2 Le captage de Côte Gagère

Le syndicat utilise comme ressource principale le puits au lieu-dit « Cote Gagère » situé dans la nappe alluviale de la Fure sur la Commune d'Apprieu. La zone de captage est composée d'un puits à barbacanes de 4 m de diamètre et de 8 m de profondeur par rapport au sol. Il a été réalisé en 1978.

La Fure est une rivière présentant un lit majeur peu étendu (150 m au maximum, 100 m environ à Côte Gagère) et surtout très encaissée par rapport aux terrasses fluvioglaciales qui l'encadrent au nord (Apprieu) et au sud (La Ravignouse). Elle s'écoule à quelques mètres au sud du captage l'ouest en est. Le débit de la Fure est régulé artificiellement par la vanne de vidange du Lac de Paladru à environ 5 km au nord-est.

Le contexte géologique est assez bien cerné par les travaux d'Hubert DEHAYS dans sa thèse sur l'hydrogéologie de la haute vallée de la Fure et ses relations avec le bassin versant de Paladru et de l'Ainan.

1.3 Les désordres constatés

La qualité de l'eau du puits est médiocre du point de vue bactériologique. Deux épisodes de contamination se sont produits en 2002 et 2008 provoquant deux épidémies de gastro entérites qui ont révélé la très forte vulnérabilité du captage. Ces épisodes de contamination sont corrélés à de crues de la Fure qui peut déborder sur le Périmètres de protection immédiate du captage. De plus, la mauvaise étanchéité de la dalle de protection annulaire du puits serait également un facteur aggravant de la contamination du puits lors des crues de la Fure.

Depuis 2005 une station de traitement par charbon actif avant chloration a été mise en place sur les eaux brutes du puits de Côte Gagère. Auparavant, l'eau dans le puits ne subissait qu'une désinfection au bioxyde de chlore.

1.4 Connaissance de l'aquifère et étude de sa vulnérabilité (conclusions de l'étude de Phase I de CPGF-Horizon)

Des premières études ont mis en évidence la vulnérabilité du captage avant les épisodes de contamination de 2002 et 2008. L'étude réalisée par CPGF-Horizon en 2012 a consisté à caractériser le fonctionnement hydrogéologique du captage et de l'aquifère des alluvions de la Fure à proximité immédiate du captage, comprenant :

- Une synthèse bibliographique des données existantes, en particulier des essais réalisés par la DDAF en 1993, les observations du débordement de la Fure en 2002 par l'Association Agir pour l'Environnement d'Apprieu et le rapport de l'Institut de Veille sanitaire suite l'épisode de gastro-entérite cette même année ;
- Des investigations de terrain incluant des mesures géophysiques (panneaux électriques, mesures électromagnétiques de sub-surface), la pose de piézomètres, la réalisation de sondages de reconnaissance à la tarière et de tests d'infiltration, et la réalisation d'un essai de pompage et d'un essai de traçage,

L'ensemble des résultats ont fait l'objet d'un rapport de synthèse datant de juin 2012 (Etude 11-067/38). Le rapport fait l'état des investigations réalisées et l'interprétation des données. On se référera à ce rapport pour le détail du fonctionnement hydrogéologique de la nappe des alluvions de la Fure et du captage de Côte Gagère. Sont reprises ci-dessous les principales conclusions de l'étude hydrogéologique, en particulier celles sur l'origine de la dégradation de la qualité des eaux du captage :

- La qualité physico-chimique de l'eau brute du captage est globalement bonne. On note régulièrement un excès de nitrates (inférieur aux limites de qualité pour l'eau potable). L'atrazine (herbicide interdit depuis) a fortement diminué depuis les années 2009 et n'est plus retrouvée dans l'eau en 2009 (seulement son résidu de dégradation) ;
- Les paramètres dégradant sont les germes indicateurs de contamination fécale qui apparaissent de manière récurrente dans le captage. Les analyses temporelles ne mettent en évidence un lien clair entre les contaminations bactériennes et le débit de la Fure. Cependant, les expériences ont montré que des infiltrations se produisaient au pied du talus dans le périmètre de protection immédiate et que les eaux de surface dégradaient la qualité bactériologique de l'eau. L'Institut de Veille sanitaire fait le lien entre l'épidémie de gastro-entérite et la contamination fécale du puits. Un dysfonctionnement de la STEP de Charavines est clairement mis en cause dans le processus de contamination. LA présence de résidus médicamenteux semble confirmer cette hypothèse.
- L'alimentation du captage par la Fure n'est pas seulement marquée en cas de débordement dans le périmètre de protection immédiate, mais également en cas de débordement à l'amont dans le périmètre de protection rapprochée (zone boisée). **Toute dégradation de la qualité des eaux de la Fure a donc une conséquence immédiate sur la qualité des eaux du puits de Côte Gagère.**

1.5 Objectifs de l'étude de vulnérabilité

L'étape environnementale consiste en :

- Un diagnostic sur le risque de pollution des eaux par les activités humaines.
- Une étude du transfert de polluants vers les captages de Côte Gagère par modélisation mathématique de la nappe
- La détermination du bassin d'alimentation du captage et diagnostic de sa vulnérabilité intrinsèque

2. Etude environnementale et diagnostic des pressions

Un inventaire des sources potentielles de pollution est nécessaire afin de dresser la vulnérabilité du captage.

Cet inventaire se fera de manière exhaustive sur le territoire compris entre l'aval immédiat de Côte Gagère jusqu'à l'exutoire du lac de Paladru appelé par la suite « périmètre d'étude réduit ». Pour le lac de Paladru et son bassin versant, il ne se basera que sur une synthèse des données existantes.

L'ensemble des deux périmètres sera appelé par la suite « périmètre d'étude global ». (figure 1)

2.1 Occupation du sol

L'étude réalisée en 2009 par BURGEAP pour le SIBF met en évidence une occupation des sols essentiellement agricole et des zones urbanisées relativement réduites à l'échelle du bassin versant du lac de Paladru et de la Fure.

Le tableau suivant présente la répartition de l'occupation du sol sur les sous-bassins versants identifiés dans l'étude de 2009 et correspondant au périmètre d'étude global.

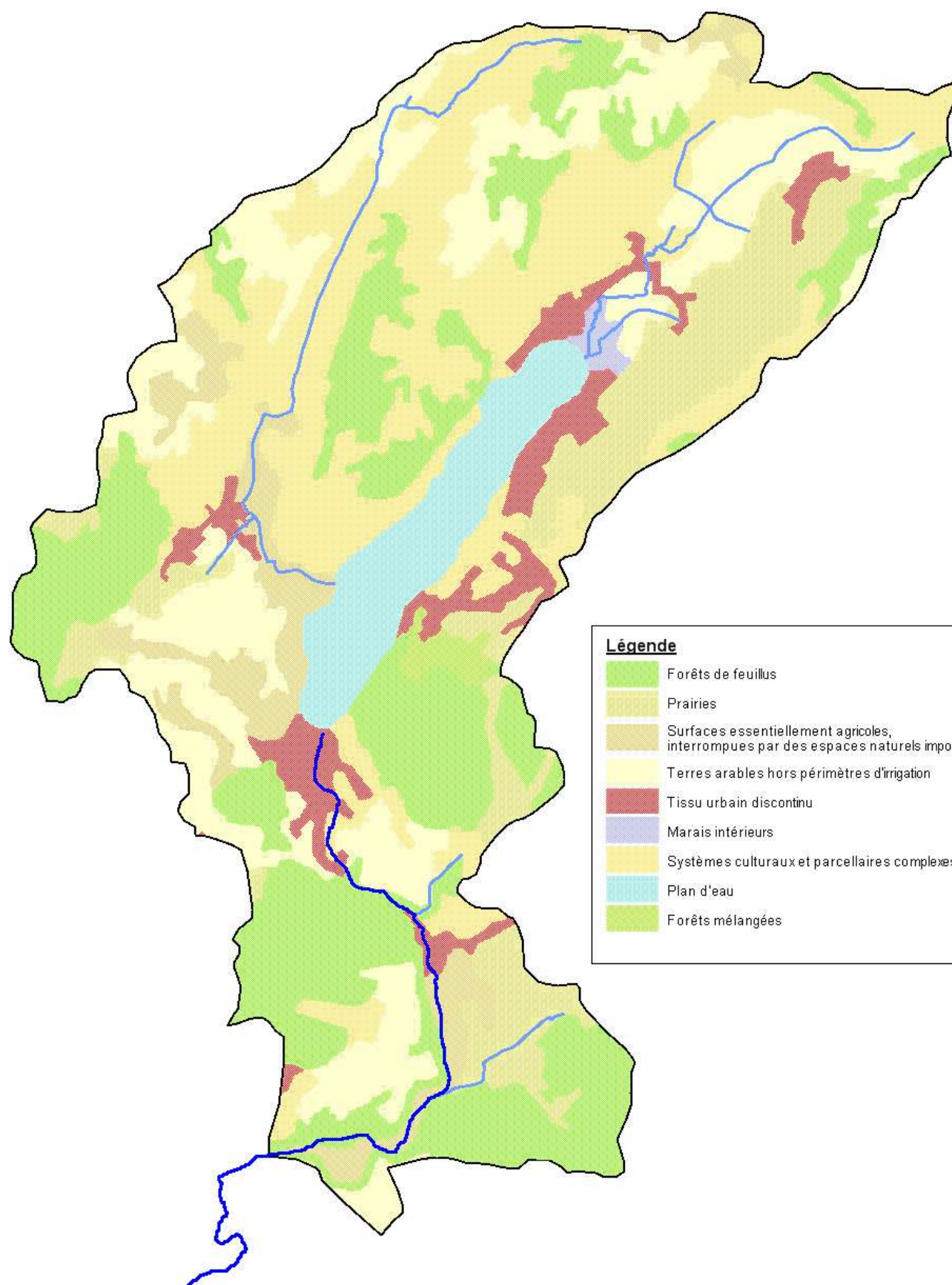
Sous bassin versant	Proportion de l'occupation (%)					
	forêts	plans d'eau	zones agricoles	zones urbanisées peu denses	zones urbanisées denses	zones industrielles
Ruisseau du Pin	20,1	1,3	70,7	7,1	0,7	0,1
Courbon	12,3	0,4	80,8	6,1	0	0,4
Lac de Paladru	0	100	0	0	0	0
Charavines	23	0	66,4	9,9	0,7	0
Fures à Guillermet	45,2	0,2	44,9	8	1,8	0
Fure à Ravinghouse	57	0,2	36,7	3,3	1,1	1,6
TOTAL	26,3	17,0	49,9	5,7	0,7	0,4

Tableau 1 : Occupation du sol (données BURGEAP, 2009)

Le secteur compris l'exutoire du lac de Paladru et le lieu-dit Ravinghouse, est en premier lieu marqué par une proportion importante de milieux aménagés parmi lesquels on notera les sites industriels de La Fabrique, Guillermet Arjo-Wiggins Charavines, STEP de Charavines, Aciéries de Bonpertuis, et les zones urbaines de Charavines et de la Ravinghouse.

Entre ces secteurs, subsistent des zones naturelles à vocation agricole où prédominent les pâturages, les forêts et très localement quelques terres cultivées (en aval de Arjo Charavines). On note la présence de zones humides (phragmitaies et forêt alluviale) et de quelques petits plans d'eau.

La figure 2 présente l'occupation du sol selon la base de données Corine Land Cover (2006).



Légende

-  Forêts de feuillus
-  Prairies
-  Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants
-  Terres arables hors périmètres d'irrigation
-  Tissu urbain discontinu
-  Marais intérieurs
-  Systèmes culturaux et parcellaires complexes
-  Plan d'eau
-  Forêts mélangées



2, rue du Tour de l'Eau
38400 Saint Martin d'Hères
Tel : 04-76-00-75-50
Fax : 04-76-00-75-69

**SIERA - Etude hydrogéologique et étude BAC du
captage de la Côte Gagère (Apprieu)**

REMNC00238-01

CEMNCE11102

OCCUPATION DU SOL (Corine Land Cover 2006)

Echelle : 1 / 45 000

0 900 1 800 m

Figure n°2

2.2 Activités industrielles

Des pollutions accidentelles peuvent se produire en période de crue au droit de certaines industries de la vallée de la Fure. Ces pollutions peuvent résulter de l'inondation de zones de stockage de produits polluants et du déversement du contenu des fûts dans le cours d'eau (fuel, produits chimiques, etc.).

Les pollutions accidentelles, courantes par le passé (environ 2-3 fois par an), sont aujourd'hui, moins fréquentes. Les industriels ont mis en place des protocoles de maîtrise de leurs produits, ils se sont équipés de station de traitement de leurs eaux usées, etc.

2.2.1 Activités actuelles

Sur le périmètre d'étude global, il existe 3 ICPE industrielles (installation classée pour la protection de l'environnement). Les aciéries de Bonpertuis font également partie de l'inventaire Basol c'est-à-dire appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif.

Deux de ces industries (Arjo Wiggins Charavines et les aciéries de Bonpertuis) utilisent encore les eaux de la Fure pour les eaux de process.

Nom	Commune	Activité principale	Rubrique IC
Aciéries de Bonpertuis	Apprieu	Travail des métaux, chaudronnerie, poudres	2560 - 2561 - 2575 - 2920
Arjo Wiggins Charavines	Charavines	Fabrication de papiers et carton	1432 - 1530 - 1715 - 2440 - 2445 - 2910 - 2920 - 2925
Rexor	Paladru	Industries diverses	1432 - 1412 - 1433 - 1434 - 1450 - 1530 - 1630 - 2565 - 2661 - 2662 - 2910 - 2915 - 2921 - 2925 - 2940

Tableau 2 : Liste des ICPE industrielles du périmètre d'étude

L'usine REXOR a déjà été à l'origine d'une pollution des eaux du lac de Paladru il y a quelques années.

L'étude BURGEAP montrait que le rejet Arjo Wiggins à Charavines induisait une très forte altération de la qualité des eaux de la Fure amont, la qualité organique passant de moyenne au niveau du pont de la Fabrique à mauvaise en aval du rejet. Le substrat de la Fure subit également un colmatage important. L'influence de ce rejet se ressentait de manière sensible jusqu'à l'aval d'Apprieu.

Une visite de terrain à Arjo Wiggins Charavines a été effectuée dans le cadre de la présente étude : la fiche de synthèse se trouve en annexe. La STEP à traitement physico-chimique est mise en place depuis 1950, un traitement biologique a été ajouté en 2007. D'autre part, concernant le stockage de produits polluants (polymère, tensioactif, soude, fioul lourd), une mise en demeure a été faite il y a quatre ans : il s'en est suivi une mise sur rétention de tous les produits polluants.

En cas de déversement accidentel, l'usine est arrêtée le temps que le problème soit réglé. Grâce à la STEP, elle dispose d'une forte capacité de rétention avant rejet au cours d'eau.

Entreprise	Besoin dans le canal	Débit moyen mensuel de rejet autorisé	Débit de pointe de rejet autorisé	Débit rejeté /Débit prélevé (%)	Dégradations constatées
Arjo Wiggins Charavines	40 l/s	2800 m3/j (32 l/s)	3500 m3/j	100%*	Matières azotées, organiques et oxydables
Acéries Bonpertuis	250 l/s		6500 m3/j		Micropollution métallique

* Pour Arjo Wiggins, les pertes sur le réseau (évaporation essentiellement) sont de quelques pourcents et sont compensées par l'apport d'adjuvants (chlore, etc.).

Tableau 3 :Rejets industriels (étude BURGEAP, 2009)

2.2.2 Activités anciennes

D'autre part, l'histoire industrielle de la vallée de la Fure datant de nombreuses années, un risque d'érosion de sols pollués est également à prendre en considération lors des crues. Il peut s'agir de pollutions très anciennes résultant des activités industrielles passées : trois sites industriels ont ainsi été recensé dans la l'inventaire historique de sites industriels Basias.

Commune	Activité principale	Date de 1 ^{ère} activité	Produits utilisés ou générés	Type de réaménagement
Papeteries Merand et Cie				
Apprieu	Fabrication de pâte à papier, de papier et de carton	17/12/1971	déchets organiques	Activité industrielle et artisanale
Fabrique "LES FILS DE LOUIS DELPLANQUE"				
Apprieu	Fabrication de textile, de colorants et de pigments à l'encre	01/01/1955	pigments, peintures, encres et colorants	Friche, terrain vague
Emaillerie Franco-Belge du Dauphiné				
Montferrat	Traitement chimique et revêtement de métaux, émaillage	08/03/1976	acides minéraux ou organiques	Secteur urbain mixte

Tableau 4 :Anciens sites industriels du périmètre d'étude

2.3 Eau potable, eaux pluviales et eaux usées

2.3.1 AEP

Il existe 9 points de prélèvements à usage AEP sur le périmètre d'étude, dont le captage de la Côte Gagère. La liste est présentée en tableau 4.

Code	Nom du captage	Type	Commune d'implantation	Date de création
AEP1	Broccart et Cléo	sources gravitaires	Valencogne	NC
AEP2	Brézin	sources gravitaires	Le Pin	~1947
AEP3	Puits de Valencogne	2 forages	Valencogne	NC
AEP4	Truitière	forage	Paladru	~1935
AEP5	Paladru	forage	Paladru	~1935
AEP6	Saint Pierre de Paladru	forage	Paladru	~1935
AEP7	Les vannes	forage	Charavines	NC
AEP8	Guillermet	forage	Charavines	NC
AEP9	Cote Gagère	puits	Apprieu	~1986

Tableau 5 :Captages AEP du périmètre d'étude

2.3.2 Assainissement

La STEP d'Apprieu a été supprimée. En effet, elle arrivait à saturation : le SIERA a donc décidé d'adhérer au projet intercommunal d'assainissement du SIVU de la Fure, dont la station est située à Tullins.

La STEP de Charavines « Tour du Lac » a fait l'objet d'une régularisation par arrêté préfectoral en novembre 2012. En effet, cette STEP, construite en 1986 pour une capacité de 10350 EH, recevait chroniquement des charges organiques et hydrauliques dépassant sa capacité de traitement et ne permettait pas de répondre à l'objectif de bon état pour la Fure concernant l'azote et le phosphore.

Cet arrêté prescrit pour la STEP :

- la réalisation de travaux permettant d'améliorer le fonctionnement de la STEP d'ici fin 2013 (aération du réacteur biologique, traitement du phosphore, filière boues) ;
- des débits de référence et des charges maximales à traiter par jour ;
- des valeurs maximales en concentration de différents paramètres physico-chimiques des rejets ;
- l'obligation de valoriser au mieux les déchets ;
- un système de surveillance de l'unité de traitement (prélèvement, fréquence, analyses).

L'étude menée par SAFEGE pour l'élaboration du schéma d'assainissement de la commune d'Apprieu a mis en évidence de nombreuses non conformités sur la commune : pas de fosse septique, rejets de la fosse dans un puits perdus ou dans le milieu naturel, absence de champs d'épandage, etc.

Deux assainissements individuels sur la commune de Saint Blaise du Buis sont suivis par le service assainissement de la CAPV :

- assainissement semi-collectif au lieu-dit la Ravignouse (parcelle A843) : le diagnostic réalisé en 2009 n'a pas permis de voir d'identifier la destination des eaux,
- assainissement individuel au lieu-dit la Ravignouse (parcelle A943) : une mise en demeure du maire pour mise en conformité de l'installation a été dressée en octobre. Une réhabilitation urgente est à prévoir, le rejet se faisant actuellement dans le talus sans filtre à sable.

Des indications de pollutions liées à l'assainissement non collectif ont été faites par des pêcheurs au lieu-dit Bonpertuis.

Une fiche de visite de terrain rassemble les informations relevées sur ces trois sites.

2.4 Aménagements divers et autres sources possibles de pollutions

D'après l'étude réalisée par BUREGAP en 2009, il existerait des problèmes récurrents de pollution sur des secteurs proches de sites industriels (ex : site de Bonpertuis) : jardins avec lavages de poulaillers, lavages de camions, construction en bordure de cours d'eau, pollutions routières, vidanges de piscine, etc. Aujourd'hui, bien qu'ils n'aient fait l'objet d'aucune étude précise, ces phénomènes auraient pris au moins autant d'importance que les problèmes de pollution accidentelle d'origine industrielle.

D'autre part, deux autres sites pouvant être à l'origine d'une pollution par déversement d'eaux usées ont été répertoriés :

- Poste de relevage à proximité de l'exutoire du Courbon entraînant occasionnellement une pollution par déversement des eaux usées dans le marais de la Véronnière (observée en moyenne 1 à 2 fois par an selon AVENIR),
- Station de relevage de la commune de Billeu située dans le Lac de Paladru.

Sur le périmètre d'étude réduit, le recensement d'autres activités potentiellement à risque a permis de collecter les informations suivantes :

- Il n'existe pas de carrières enregistrées à la DREAL, pas d'ISDI (installation de stockage de déchets inertes) ni déchèteries communales.
- Deux cimetières ont été identifiés : Charavines, Apprieu.
- La station de remplissage de fuel domestique du Bas Guillermet a fait l'objet d'une visite de terrain : la fiche de synthèse est présentée en annexe. Il n'existe sinon qu'une seule station-service située à Charavines.
- Plusieurs plans d'eau ont été cartographiés, ainsi que quelques espaces verts publics ou jardins potagers privés potentiellement à l'origine de pollution diffuse par leur entretien (si utilisation de produits phytosanitaires ou d'engrais).

L'ensemble des points potentiels de pollution identifiés dans ce chapitre est listé page suivante et repris sur les deux cartes suivantes (figures 3a et 3b).

Sites industriels	
SInd 1	Entreprise Algaflex
SInd 2	Aciéries Bonpertuis
SInd 3	Usine
SInd 4	Arjo Wiggins
SInd 5	Fabrique
SInd 6	Rexor
Friches industrielles	
FInd 1	Mérand et Cie
FInd 2	Les fils de Louis Delplanque
FInd 3	Friche
FInd 4	Friche
FInd 5	Emaillerie FBD
Eaux usées	
STEP 1	STEP privée semi-collective
STEP 2	STEP de Charavines
STEP 3	STEP privée Arjo Wiggins
RjD 1	Rejets STEP privée
RjD 2	Rejets ANC Ravignouse
RjD 3	Rejets ANC Bonpertuis
RjD 4	Rejets STEP Charavines
RjI 1	Rejets Aciéries Bonpertuis
RjI 2	Rejets STEP Arjo Wiggins
Divers	
Cim 1	Cimetière d'Apprieu
Cim 2	Cimetière de Charavines
SFu 1	Station de remplissage de fuel la Mure Bianco
SFu 2	Station-service du lac
EV 1	Jardins potagers de La Ravignouse
EV 2	Jardins potagers de Bonpertuis
EV 3	Jardin public de Charavines
IR	Captage d'irrigation agricole
Eau potable	
AEP	voir tableau 5

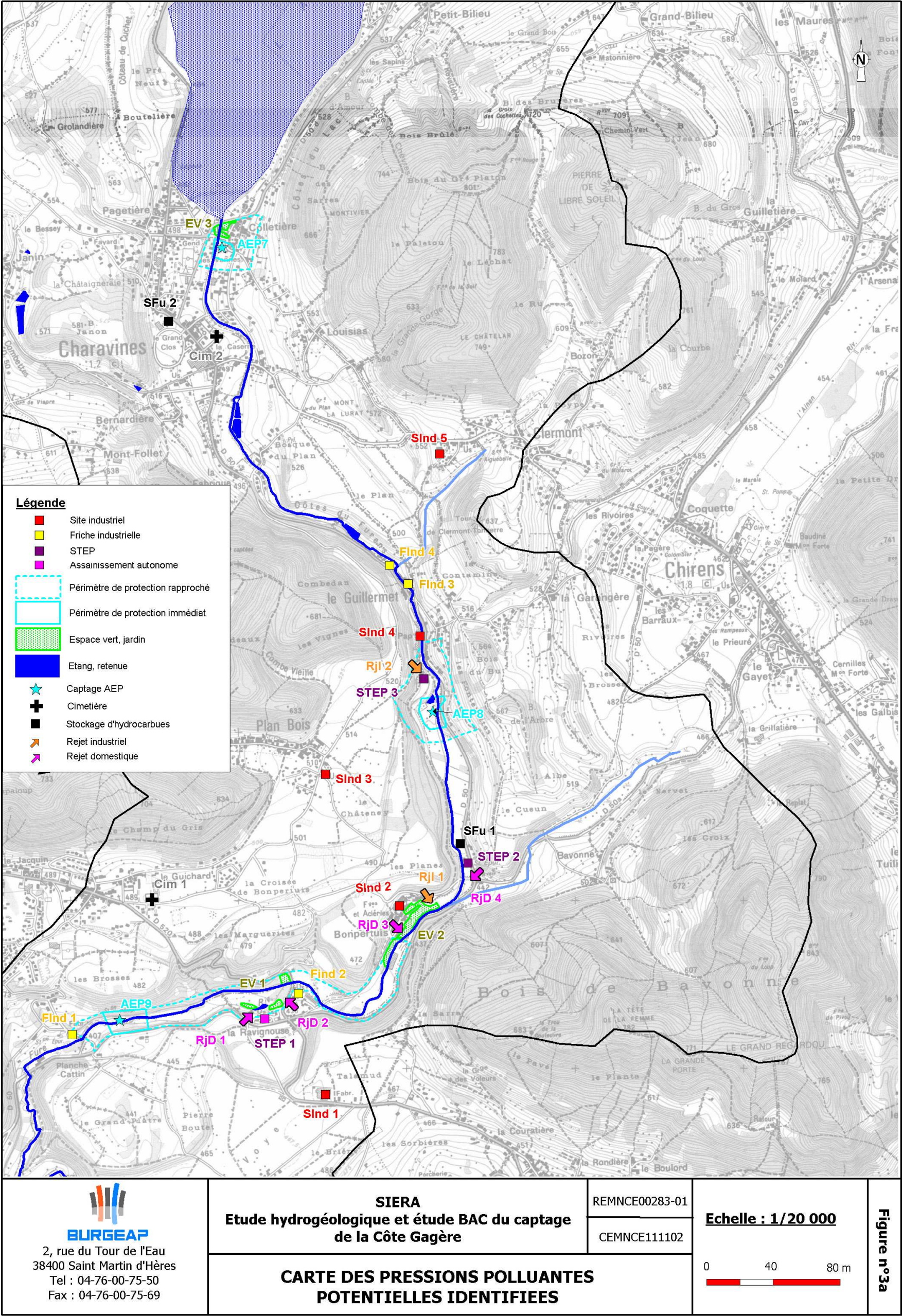
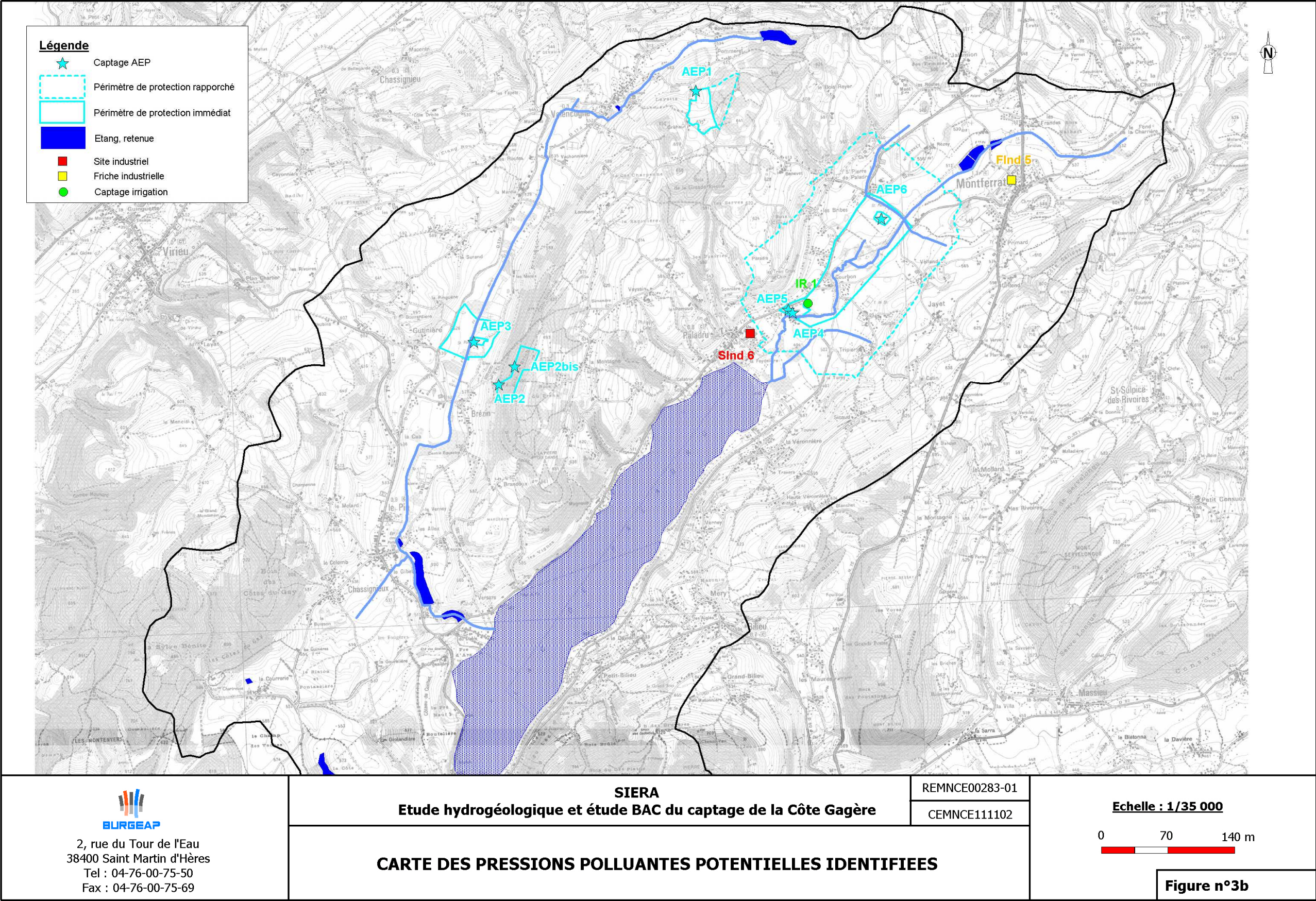


Figure 3 : Pressions polluantes potentielles (a : territoire aval, b : territoire amont)




2, rue du Tour de l'Eau
38400 Saint Martin d'Hères
Tel : 04-76-00-75-50
Fax : 04-76-00-75-69

CARTE DES PRESSIONS POLLUANTES POTENTIELLES IDENTIFIEES

Echelle : 1/35 000
0 70 140 m

3. Etude agro-pédologique

3.1 Agriculture sur le bassin versant du lac de Paladru (étude BURGEAP, 2009)

La pollution d'origine agricole a été étudiée dans le cadre de l'étude globale Milieu-Usages réalisée par la DDAF (DDAF, 2000) avec la collaboration de la Chambre d'Agriculture de l'Isère. Sur le territoire du bassin de versant de la Fure (comprenant le bassin versant du Lac de Paladru), les observations suivantes ont été faites :

- la totalité des élevages du bassin versant, au nombre de 63, produit 315 tonnes d'azote par an, dont 260 tonnes d'azote produits pour les élevages de plus de 25 UGB (Unité Gros Bétail) ;
- les élevages des sous bassins du ruisseau du Pin et du Courbon, au nombre de 33, produisent la moitié de l'azote et du phosphore organique de l'ensemble des élevages du bassin versant (au nombre de 63) ;
- les sols au niveau des sous bassins du Pin et du Courbon présentent une sensibilité élevée au lessivage et sont exposés au ruissellement.

De plus, les mesures réalisés dans le cadre de l'étude BURGEAP, nulle en amont et augmentant au fur et à mesure de l'accroissement du bassin versant (jusqu'à 21 mg/l), témoignent de la pollution apportée par le milieu agricole

Les sous bassins versants du ruisseau du Pin et du Courbon ont été définis en zone prioritaire dans le cadre des actions de réduction de la pollution agricole. Par ailleurs, 12 autres exploitations situées hors de cette zone sont également classées prioritaires. Ces exploitations correspondent soit à des fermes à « risques supérieurs », soit à des exploitations de plus de 70 UGB présentant des sols et systèmes de cultures semblables aux fermes de la zone prioritaire.

Suite à l'étude globale Milieu-Usages réalisée par la DDAF, différentes actions pour la réduction des pollutions agricoles ont été validées. Ces actions sont les suivantes :

- Réaliser des travaux de mise aux normes des bâtiments et installations de stockage ;
- Améliorer les pratiques agronomiques par une meilleure valorisation de la fumure organique sur les fermes ou à une échelle plus vaste, à partir d'une étude d'épandages et d'une approche complémentaire avec un scénario compost.

L'opération coordonnée de maîtrise des pollutions agricoles est mise en place depuis 1998 sur le territoire Paladru-Fure. Elle a été lancée, parallèlement au Contrat de Bassin Paladru-Fure, par le SIVU de la Fure, le SMLP et la Chambre d'Agriculture.

De 2003 à 2006, un programme d'animation a été organisé par la Chambre d'Agriculture dans le but de sensibiliser les agriculteurs aux problématiques environnementales. Cette opération coordonnée a porté sur :

- recensement des agriculteurs désirant mettre aux normes leur bâtiment (70 d'exploitation identifiées) ;
- opération de sensibilisation sur la gestion de la matière organique ;
- information sur les techniques d'épandage et pesée d'épandeur ;
- mise en place de plan de fumure (11 sur l'ensemble du bassin versant) ;
- analyse de reliquat azote, témoin zéro azote, essai double densité, mise en place de CIPAN ;
- action de communication notamment mise en place d'un journal de liaison.

L'objectif général est de faciliter les pratiques de fertilisation raisonnée et de les intégrer dans une stratégie durable pour l'exploitation. Des cartes d'aptitude des sols à l'épandage ont ainsi été également réalisées sur le territoire du bassin versant de la Fure et du Lac de Paladru.

Il existe un seul captage à usage agricole sur le secteur, situé au lieu-dit Le Courbon à Paladru. Le prélèvement autorisé est de 8 m³/h (2 l/s) et permet d'irriguer 0.8 ha. Ce captage appartient à Mme Marie-Christine GUILLOT-LIODIN.

L'usage des eaux de la Fure pour l'irrigation des cultures est antérieur au XIV^e siècle. Cet usage était particulièrement développé à la fin du XIX^e siècle. Cet usage a commencé à péricliter à partir des années 1950 avec l'abandon progressif des terres cultivées et des ouvrages d'irrigation. Aujourd'hui, l'usage des eaux de la Fure à but agricole a quasiment disparu. Les canaux à usage purement agricole ont été pour la plupart remblayés ou abandonnés.

L'ensemble du territoire est en zone vulnérable nitrate, soumis donc à une série de mesures s'imposant aux agriculteurs : établissement d'un plan de fertilisation prévisionnel, limitation de l'apport global d'azote organique à 170 kg/ha, respect de l'équilibre de la fertilisation azotée à la parcelle, respect des périodes d'interdiction et des conditions particulières d'épandage, mise en place de capacité de stockage d'effluents, respect des règles de gestion adaptée des terres.

3.2 Pratiques agricoles sur le périmètre d'étude réduit

3.2.1 Cultures agricoles

Sur le périmètre d'étude réduit

Une cartographie des cultures en place en 2009 a été réalisée à partir des données du RPG (Registre Parcellaire Graphique) sur la figure 5.

Les prairies représentent la culture majoritaire sur le périmètre d'étude réduit avec plus de 400 ha répartis entre prairies permanentes (3/4) et les prairies temporaires (1/4).

Les autres cultures en place sont principalement destinées à l'alimentation animale

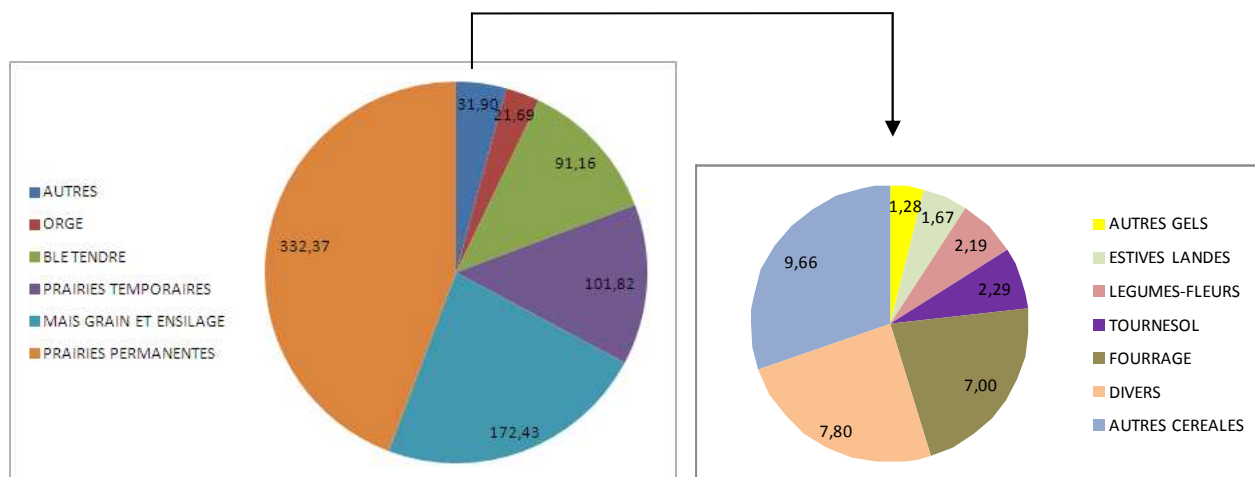


Figure 4 : Répartition des cultures agricoles sur le périmètre d'étude réduit

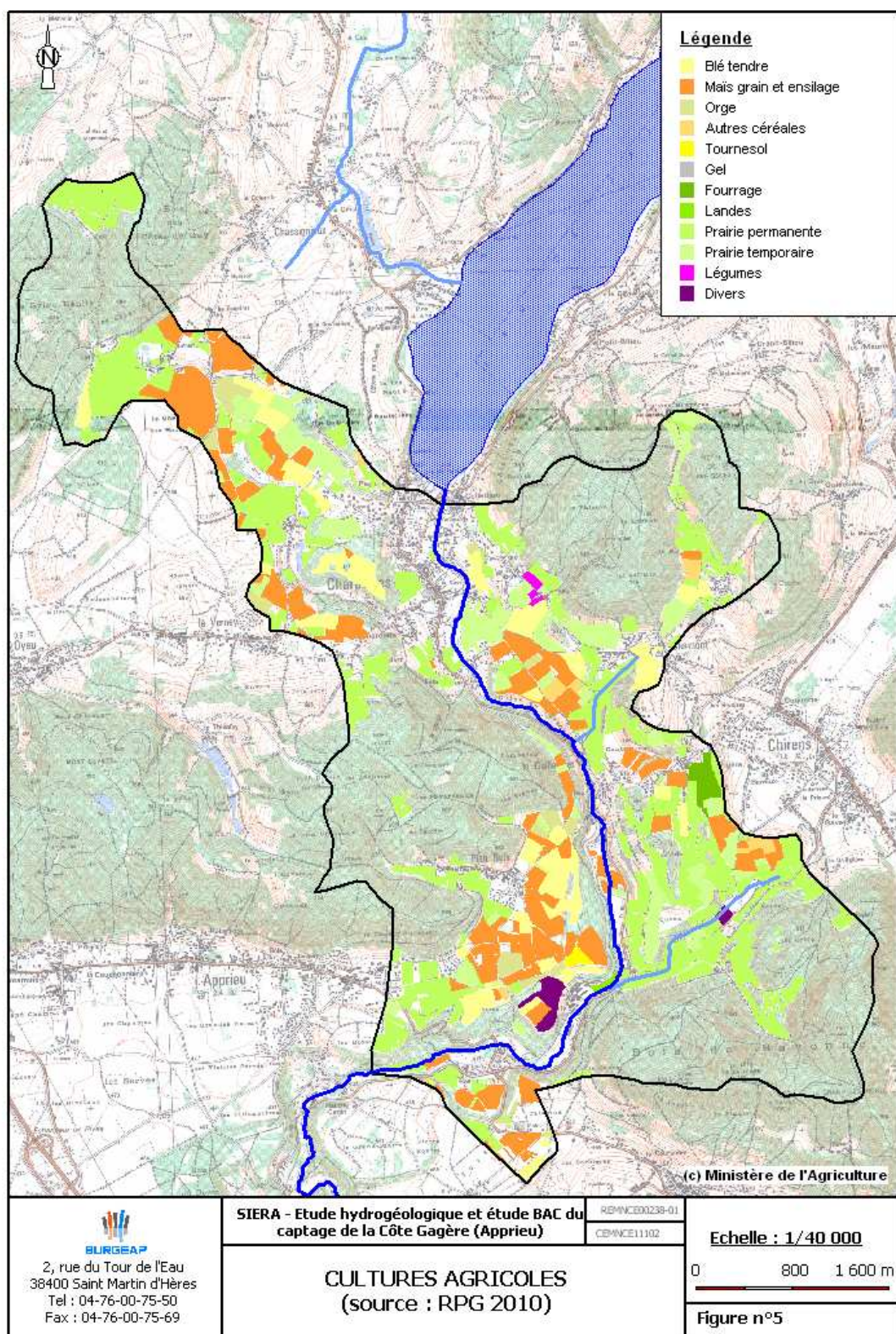


Figure 5 : Registre parcellaire graphique 2010 pour le périmètre d'étude restreint

Sur le bassin versant du lac de Paladru

Une cartographie des cultures en place en 2009 a été réalisée à partir des données du RPG (Registre Parcellaire Graphique) sur la figure 7.

Les prairies représentent la culture majoritaire sur le périmètre d'étude avec plus de 1500 ha répartis entre 85% de prairies permanentes et 15% de prairies temporaires.

Les autres cultures en place sont principalement destinées à l'alimentation animale

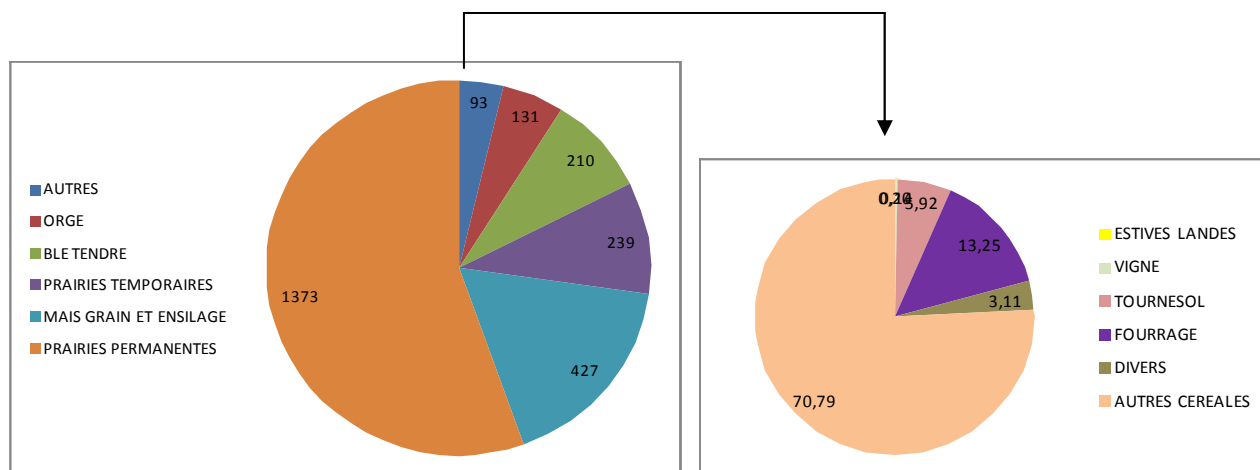


Figure 6 : Répartition des cultures agricoles sur le bassin versant du lac de Paladru

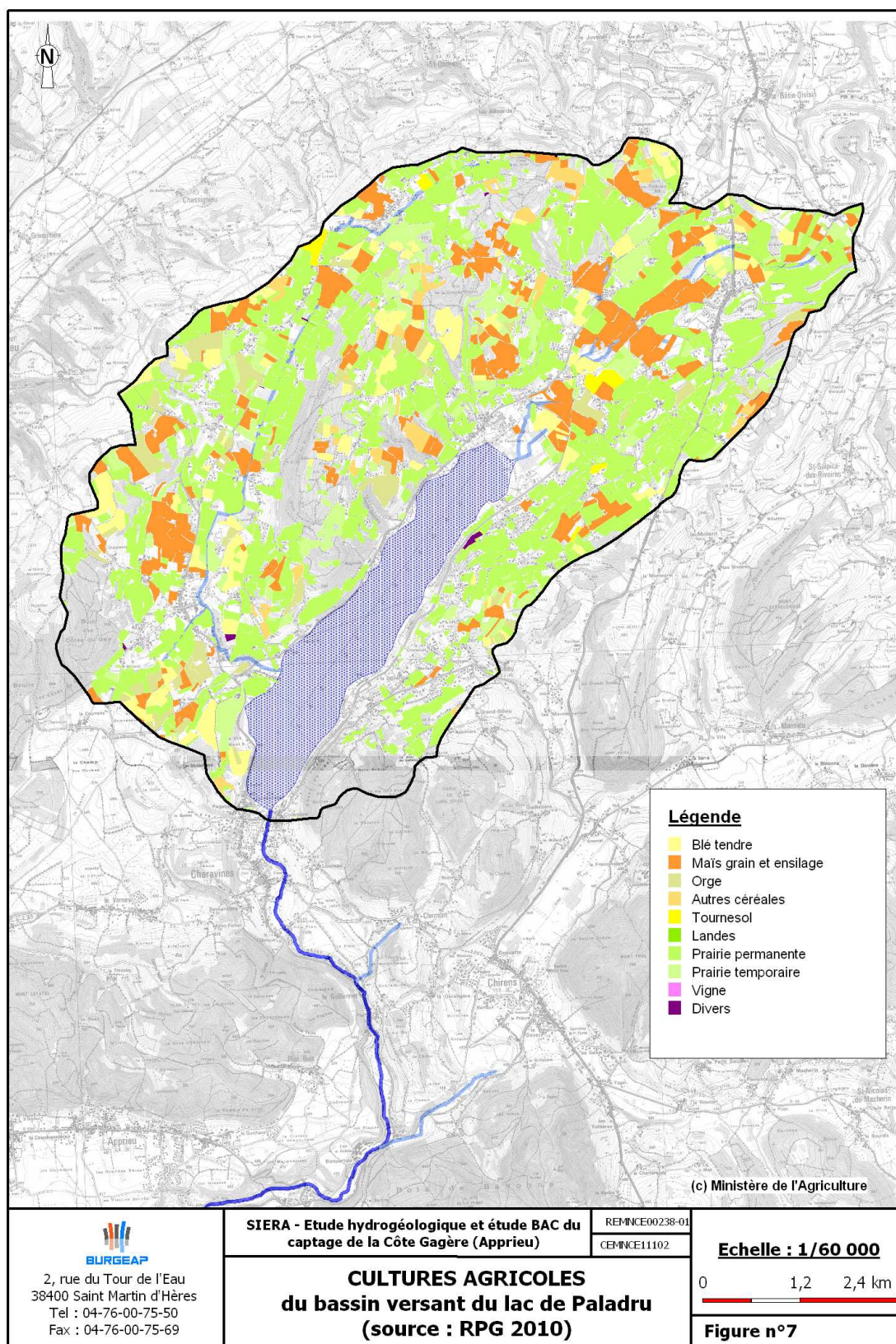


Figure 7 : Registre parcellaire graphique 2010 pour le bassin versant du lac de Paladru

3.2.2 Fertilisation des cultures

La fertilisation avec des engrais de ferme suit les préconisations des fiches Pil'Azote éditée par la Chambre d'agriculture de l'Isère. Sur le secteur, les engrais de ferme utilisés sont essentiellement du fumier pailleux ou raclé si logettes.

Les préconisations dépendent du type de sol, de la culture et des apports d'engrais minéraux. De manière générale, les apports en matière organique sont les suivants :

- maïs : 20 à 35t/ha de fumier ;
- tournesol : maximum 20 t/ha de fumier, cette culture étant sensible aux excès d'azote ;
- céréales : 20 t/ha avant semis ;
- prairie : 15 à 25 t/ha ;

sachant qu'en moyenne, 30 t de fumier apporte 150 kg d'azote, 70 kg de phosphore et 240 kg de potasse.

En moyenne, on estime donc à environ la quantité d'azote apporté sur le territoire à 100 U N/ha, ce qui est bien plus faible que le seuil imposé en zone vulnérable nitrate à savoir 170 U N/ha.

Dans le contexte du secteur, avec de nombreuses exploitations diversifiées type polyculture-élevage, on considèrera qu'il y a peu d'apport en engrais chimique supplémentaire, en moyenne 1 passage à 150 kg/ha d'ammonitrate sur maïs, et 2 passages à 150 kg/ha d'ammonitrate sur prairies et céréales.

Boues de STEP

Des épandages de boues de STEP sont également réalisés sur le périmètre d'étude réduit. Environ 35% des boues de la STEP de Charavines sont épandues annuellement au lieu-dit Plan Bois. Des épandages historiques ont également eu lieu avec les boues de la STEP d'Arjo Wiggings et du lagunage de Réaumont.

Ces épandages font l'objet d'un suivi très strict (arrêté du 8 janvier 1998), avec notamment rédaction d'un plan d'épandage, analyses des boues et analyses de sol régulières sur les parcelles concernées.

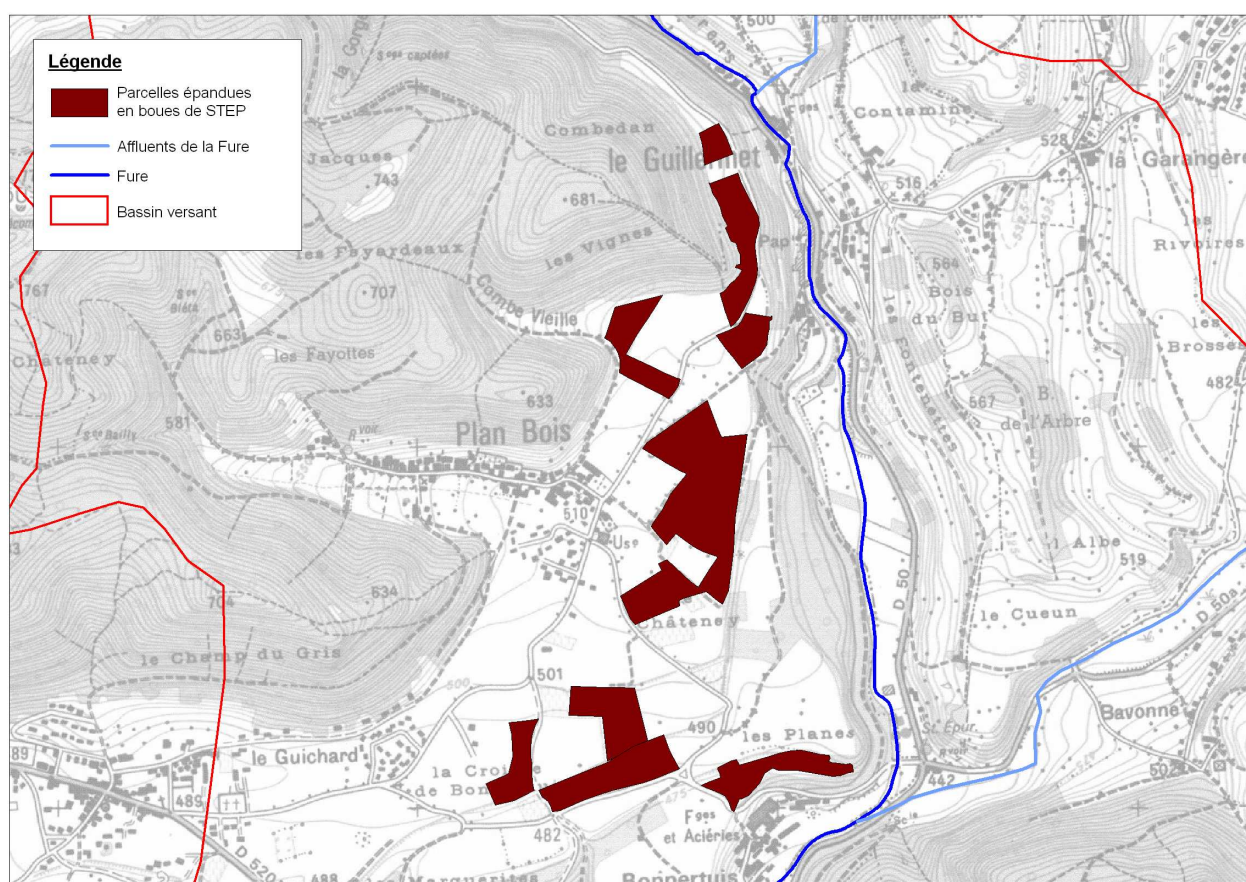


Figure 8 : Localisation des parcelles aptes à recevoir des boues de STEP

Aptitude à l'épandage

La Chambre d'Agriculture de l'Isère a réalisé en 2003 des cartes d'aptitude à l'épandage sur le bassin versant de la Fure correspondant au territoire du Pays Voironnais (commune d'Apprieu donc non concernée). L'objectif de ces cartes est d'aider à la gestion des matières organiques à l'échelle communale. Elles contribuent à optimiser les épandages et à réduire leur impact sur le milieu.

Les résultats de ces cartes pour la commune de Charavines, majoritaire sur le périmètre d'étude réduit, sont les suivants :

- La répartition entre les différentes classes d'aptitude met en évidence une nette majorité de surfaces où l'épandage est soumis à condition

Classe d'aptitude à l'épandage	Superficie agricole (ha)
1 : Bonne aptitude	83
2 : Epandage sous conditions	175
3 : Epandage interdit	104

- Les surfaces où l'épandage est interdit correspondent aux coteaux en rive gauche du lac, à la rive droite immédiate de la Fure entre le centre bourg et Guillemet, aux coteaux à l'est de la route D50 à l'extrémité sud de la commune. Il s'agit de terrain non mécanisables donc non épandables, de zones de faible activité épuratrice (marais) ou de surfaces à moins de 35 m de ruisseaux.

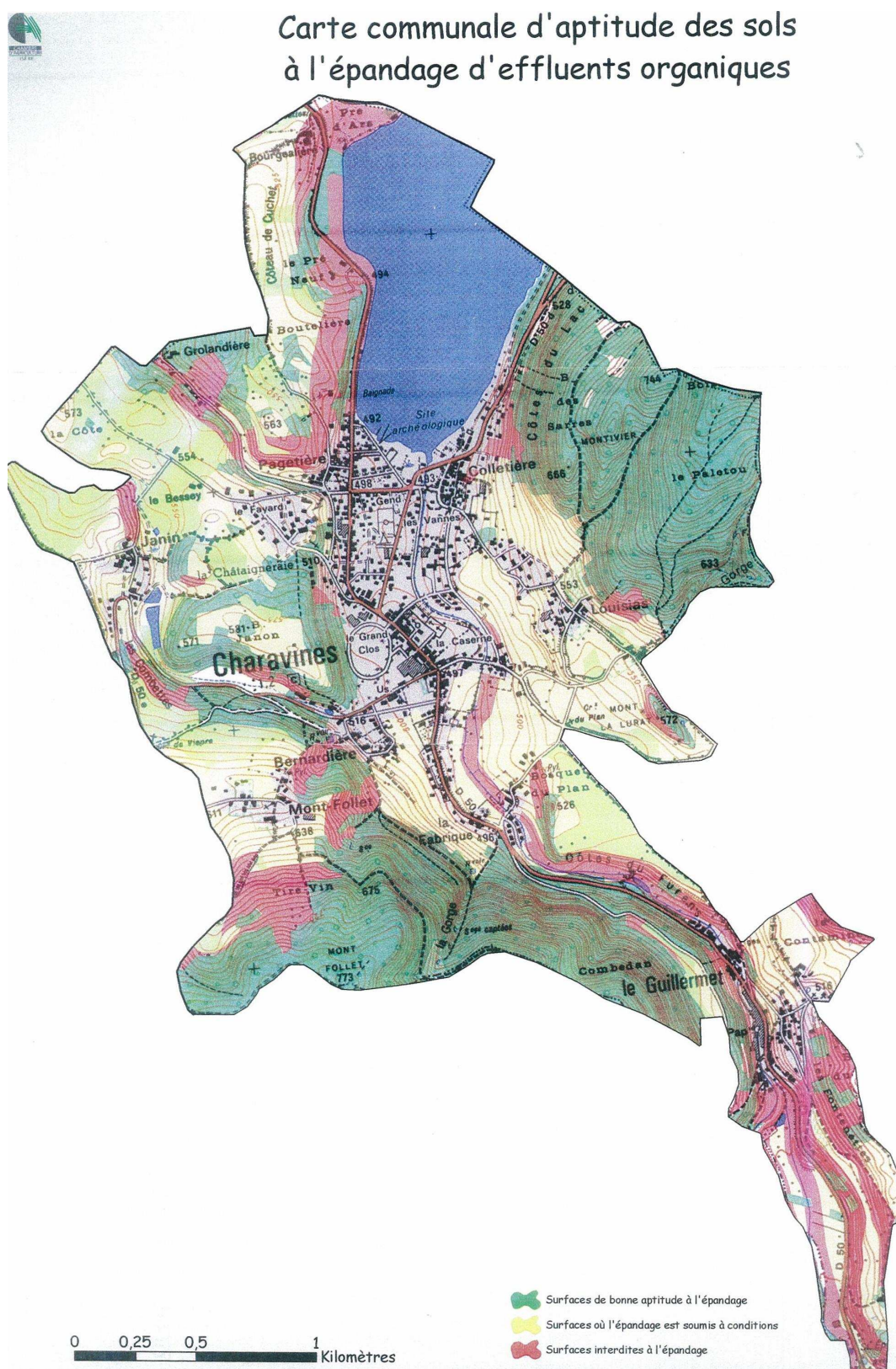


Figure 9 : Carte communale d'aptitude des sols à l'épandage d'effluents organiques (source : Chambre d'agriculture)

3.2.3 Utilisation de produits phytosanitaires

Les exploitations présentes sur le secteur cultivent des céréales pour l'alimentation animale : ce sont plutôt des structures plus diversifiées type polyculture-élevage. Les pratiques sont alors plus extensives, dans le sens où les cultures ne sont en général pas le principal produit de l'exploitation. Ainsi, les traitements insecticides sont quasiment inexistantes et il n'est pas rare de voir des céréales qui ne reçoivent pas de traitement fongicide ou simplement certaines années. Seuls les traitements herbicides sont utilisés.

Le maïs est peu sensible aux maladies. De plus, le recours aux trichogrammes (lutte biologique) est assez courant pour lutter contre la pyrale. L'utilisation d'un insecticide ou fongicide chimique est donc très rare sur maïs. Ainsi seuls les herbicides sont fréquemment employés sur les cultures de maïs.

Les cycles de production des cultures légumières sont très courts. Au cours de l'année, une même parcelle va être utilisée pour produire différentes espèces. La pression phytosanitaire est donc très variable au cours de l'année, en fonction de la culture en place, des saisons, des conditions climatiques ...

L'utilisation de produit phytosanitaire sur prairie est faible et ne concerne que très peu de surfaces. La principale stratégie de désherbage mise en place est le désherbage avant implantation pour les prairies temporaires.

Les itinéraires techniques peuvent être très variables d'une exploitation à l'autre. Afin de définir une pression phytosanitaire, il est nécessaire de définir une pression moyenne en gramme de matière active par hectare, par grand type de culture. Pour cela nous prendrons :

- prairie : pas de pression si permanente, 100 g/ha pour les prairies temporaires correspondant à un déchaumage ;
- céréales à pailles : 1000 g/ha en moyenne de matière active, correspondant au désherbage et éventuellement un traitement fongicide ;
- maïs : 600 g/ha pour le désherbage ;
- légumes : 1500g/ha, plus gros consommateur de produits phytosanitaires.

Au vue des cultures présente sur la zone d'étude, nous pouvons considérer que la pression phytosanitaire est faible. En effet, en moyenne, on peut considérer que la pression phytosanitaire est d'environ 0.5kg de matière active par hectare.

4. Vulnérabilité de l'aquifère vis-à-vis des pollutions accidentelles

Afin de délimiter les contours de la zone d'alimentation et de simuler une pollution accidentelle un modèle numérique représentant la nappe et ses écoulements a été réalisé au moyen des logiciels MODFLOW et MT3DMS pour la simulation des écoulements et du transport, respectivement.

4.1 Principe de la modélisation hydrogéologique

Un modèle hydrodynamique est un outil de calcul numérique dont le but est de représenter l'aquifère étudié et de réagir comme lui à des sollicitations extérieures (pompages, injections...).

Le principe de base consiste à découper l'aquifère en éléments finis, de forme et de taille variable (mailles) dans lesquels on considère que l'aquifère est homogène. Un logiciel spécifique permet ensuite de réaliser des calculs numériques assistés par ordinateur selon différentes hypothèses de départ.

Dans le cadre de l'étude de vulnérabilité de captages d'eau potable, la modélisation hydrodynamique permet d'estimer les temps de déplacement de l'eau par détermination des courbes isochrones (courbes rassemblant les points pour lesquels les eaux mettront le même temps pour arriver au captage). De plus, une fois le modèle construit, il est possible d'effectuer des simulations de pollution en différents points du modèle, et ainsi de calculer les temps de séjour, les dilutions ou encore la dispersion du polluant dans la nappe.

Une modélisation mathématique n'est qu'une image artificielle de la nappe captée. La fiabilité des résultats dépend donc de la précision des éléments qui ont permis de créer le modèle (dont le nombre, l'épaisseur et les caractéristiques de chaque couche) et des hypothèses de départ (dont la piézométrie, les sources d'alimentation). La modélisation fournit donc un bon ordre de grandeur des phénomènes régissant la direction et les vitesses de l'eau dans la nappe captée.

4.1.1 Etapes de la modélisation

Les différentes étapes de la réalisation d'un modèle de nappe sont les suivantes :

- Conception et dimensionnement du modèle : en fonction des caractéristiques physiques, hydrodynamiques, des conditions aux limites... ;
- Ajustement (ou calage) du modèle : phase au cours de laquelle on cherche à ajuster aux mieux les différents paramètres (perméabilité, coefficient d'emménagement) du modèle en fonction des valeurs observées (piézométrie au repos, en pompage) ;
- Simulation : étape terminale au cours de laquelle on simule l'injection d'un polluant à un endroit précis du modèle afin de suivre son trajet dans les eaux souterraines, dans les conditions d'exploitation de la nappe.

4.1.2 Montage du modèle des écoulements souterrains : application au captage de cote Gagère

Le logiciel employé pour modéliser la nappe alluviale de la Fure est VISUAL MODFLOW (accompagné de MT3DMS pour la simulation des écoulements et du transport), outil largement utilisé pour les études hydrogéologiques d'écoulement en nappe alluviale. VISUAL MODFLOW est un code numérique déterministe, aux différences finies. Il permet la prise en compte de la géométrie 3D de l'aquifère, ainsi que des différents types de conditions aux limites : rivières avec prise en compte d'un coefficient de colmatage (la Fure)

potentiels ou débits imposés, drains, recharge par les pluies, prélèvements en nappe... Le maillage est rectangulaire, de type « écossais », la taille des mailles est variable en fonction du degré de précision recherché. Ici, le modèle sera finement.

La construction du modèle s'est basée sur :

- les coupes géologiques du puits des piézomètres ;
- les cartes piézométriques en pompage et hors pompage ;
- les paramètres hydrodynamiques obtenus par les essais de pompage et les paramètres de dispersion longitudinale et de porosité cinématique obtenus lors du traçage radial convergent ;
- les résultats de la prospection géophysique sur toute la largeur de la bande alluviale ;
- les profils en travers de la rivière et du modèle hydraulique réalisé par nos soins dans le cadre de l'étude globale de la Fure (4 profils de la Fure rattachés au NGF réalisés par BURGEAP) ;

Nous modèle se limite à la bande alluviale, c'est-à-dire entre le hameau de Ravignouse et le captage, qui correspond à la nappe d'accompagnement de la Fure. Les réalimentations latérales par les coteaux sont modélisées par flux imposé. Nous tenons compte des échanges nappe/ rivière en faisant varier le potentiel d'échange nappe/ rivière à fin de tenir compte des secteurs de faibles ou fort échanges identifiés. Le modèle est calé en niveau à partir des mesures faites lors des campagnes piézométriques de hautes et basses eaux pour le régime permanent.

4.2 Présentation du modèle

Le modèle est délimité par la plaine alluviale au nord et au sud, et s'étend sur 1,4 km environ entre Planche Cattin à l'ouest et la route départementale D520 à l'est de Ravignouse.

La Fure est prise en compte au moyen d'une condition de type « rivière » permettant de spécifier le colmatage du lit du cours d'eau. Le modèle est par ailleurs alimenté par la recharge appliquée en surface et le long des coteaux le long des limites nord et sud.

Le modèle présente trois couches correspondant de haut en bas à (1) la couche limoneuse de surface (2 m d'épaisseur en moyenne), les alluvions plutôt sablo-argileux (1 m d'épaisseur environ) et les alluvions sablo-plutôt graveleuses (6 à plus de 10 m d'épaisseur environ). La base imperméable des marnes, d'épaisseur considérable, n'est pas représentée dans le modèle.

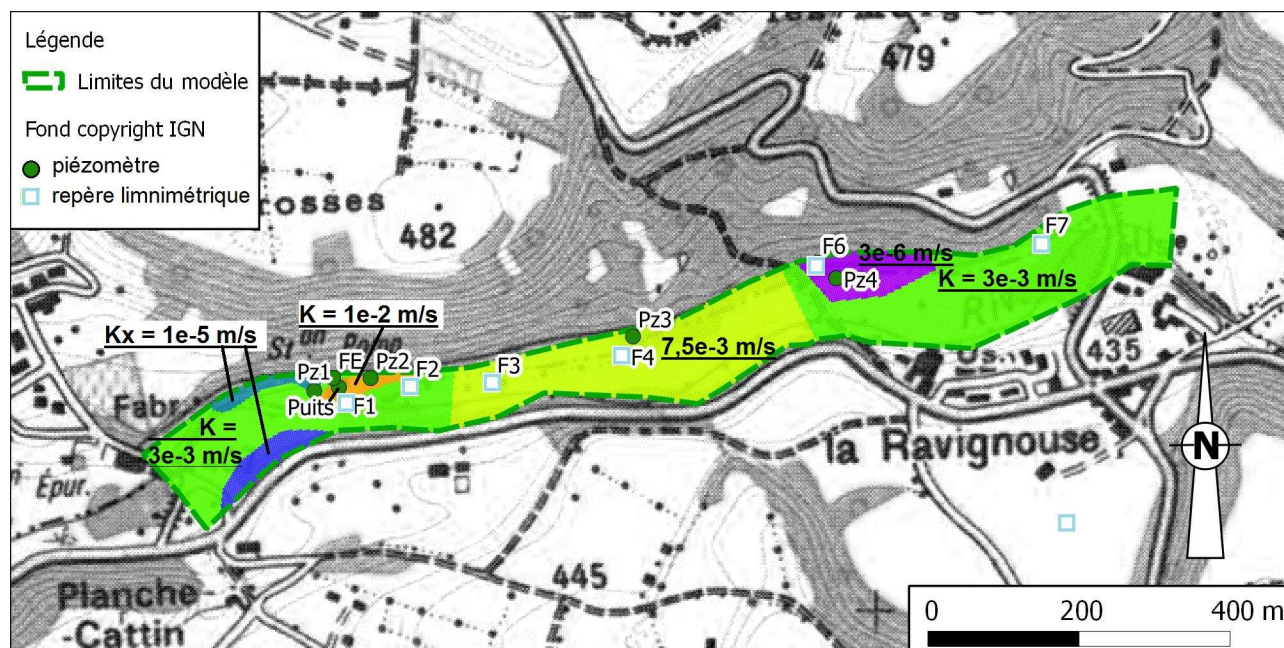


Figure 10 : Limites et perméabilités du modèle dans la troisième couche (alluvions)

4.3 Calage du modèle

Le modèle a été calé sur deux évènements décrits ci-dessous.

- EV1 : en régime permanent sur les données piézométriques mesurées au cours de la journée du 21 mai 2012 et correspondant à un scénario de basses eaux ;
- EV2 : en régime transitoire sur la période comprise entre le 22 et le 24 mai 2012 durant lequel un essai de pompage de 72 heures a été réalisé. Durant cet essai, une pluie de 100 mm a été enregistrée. Cet évènement a été pris en compte.

Afin de caler de manière satisfaisante les niveaux piézométriques observés, la perméabilité dans les alluvions a été ajustée globalement puis localement (Figure 100 ci-dessus). La perméabilité globale de $3 \cdot 10^{-3}$ m/s dans la principale couche des alluvions ($6 \cdot 10^{-4}$ m/s dans la couche n°2) permet de restituer l'allure des isopièzes recourbées à l'approche de la rivière. Localement, cette perméabilité est diminuée ou augmentée afin de, respectivement, prendre en compte la présence de matériaux relativement argileux et la zone de très forte perméabilité relevée par l'essai de pompage du captage.

La perméabilité de la première couche (matériaux limono-sableux de 2 m d'épaisseur environ) est de $5 \cdot 10^{-6}$ m/s dans la moitié ouest du modèle (basée sur les essais d'infiltration réalisés par CPGF) et $3 \cdot 10^{-4}$ m/s dans la partie est (sur la base de l'interprétation des panneaux géophysiques de CPGF également).

Puits ou piézomètre	Niveau piézométrique observé (m NGF) le 21 mai 2012	Niveau piézométrique simulé (m NGF)	Ecart
FE	408,46	408,41	0,05
Puits AEP	408,34	408,33	0,01
Pz1	407,74	408,08	-0,35
Pz2	408,46	408,81	-0,35
Pz3	413,27	413,81	-0,53
Pz4	416,22	416,93	-0,71

Tableau 6: Comparaison des niveaux piézométriques observés et calculés

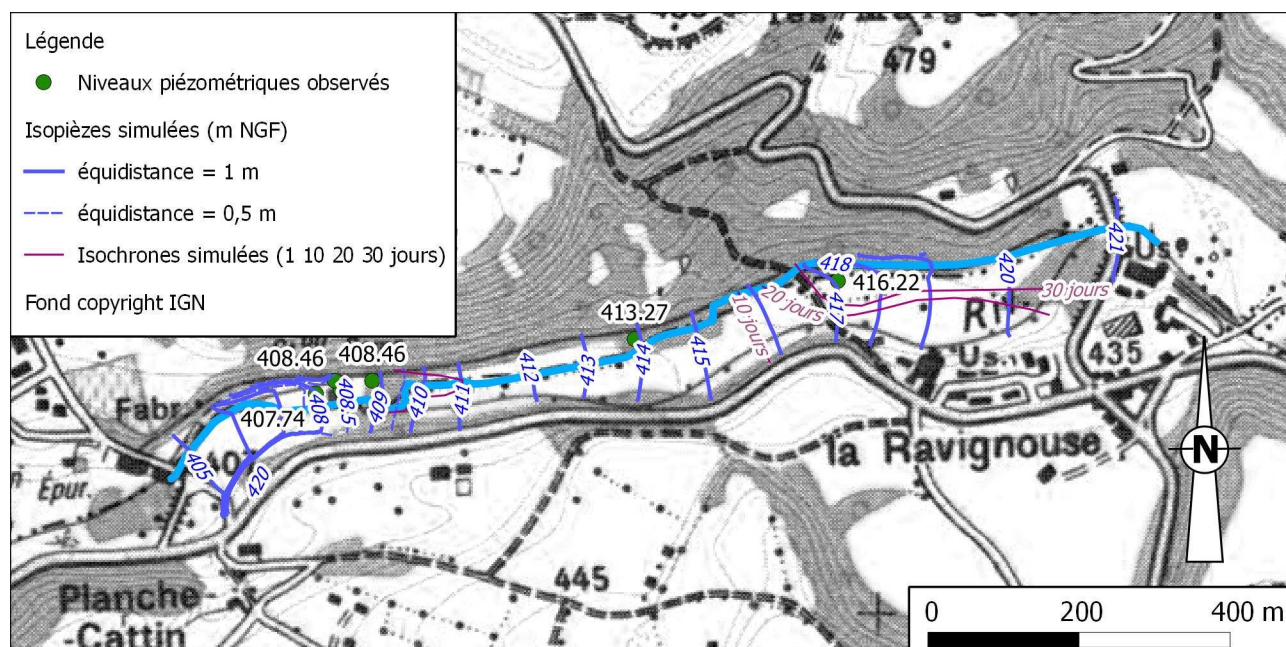


Figure 11 : Carte piézométrique simulée et calée sur les niveaux du 21 mai 2012 (échelle du modèle)

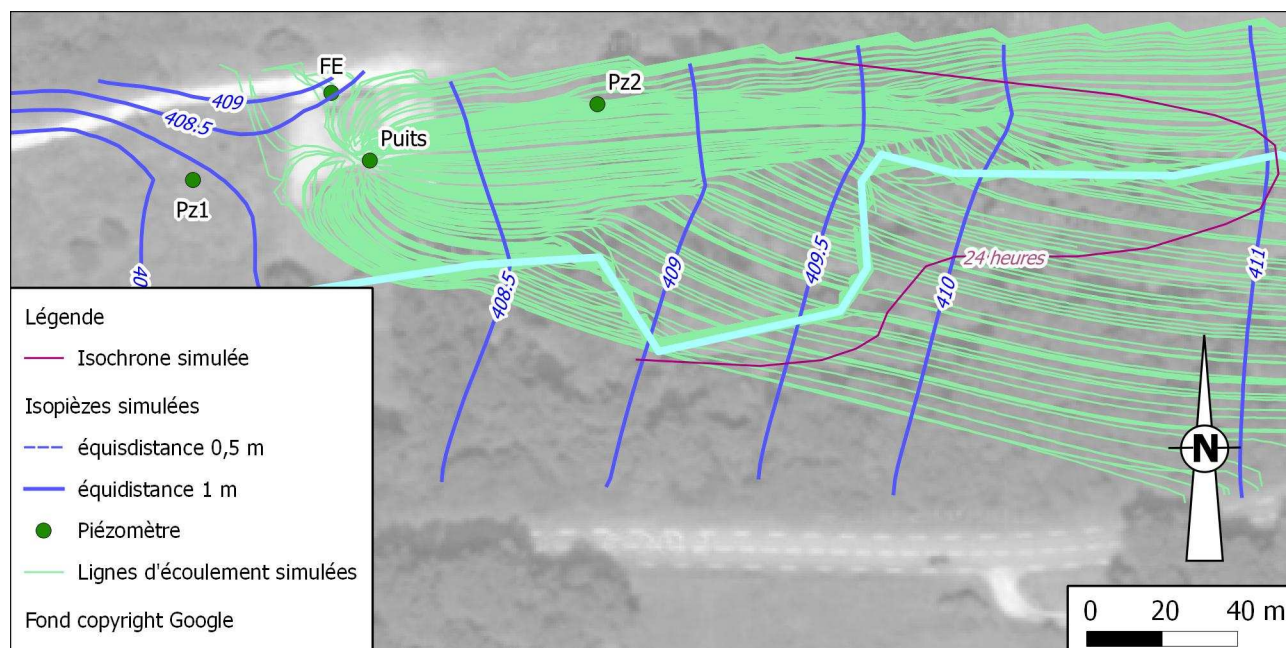


Figure 12 : Carte piézométrique simulée et calée sur les niveaux du 21 mai 2012 (échelle locale)

L'amplitude des rabattements observés au cours de l'essai de pompage du 22 mai 2012 a été restituée en ajustant la perméabilité du colmatage de la Fure (plus cette perméabilité est forte, et moins le rabattement est important) et en prenant en compte une recharge journalière correspondant à environ 50% de la pluviométrie enregistrée. Le tableau ci-dessous montre les résultats de ce calage.

Puits ou piézomètre	Rabattement observé (m)	Rabattement simulé (m)	Ecart
FE	0,40	0,43	-0,03
Puits AEP	0,55	0,46	0,09
Pz1	0,35	0,27	0,08
Pz2	0,25	0,23	0,02
Pz3	0	0	0
Pz4	0	0	0

Tableau 7: Comparaison des rabattements observés et simulés au cours de l'essai de pompage du 22 mai 2012

4.4 Simulations

Afin d'évaluer la vulnérabilité du captage à des pollutions en provenance des eaux souterraines ou des eaux de surface, le modèle précédemment calé a été utilisé afin de délimiter en premier lieu la zone d'alimentation du captage, et en second lieu afin de simuler la vulnérabilité du captage à des pollutions accidentelles ayant eu cours dans la rivière ou suite à un accident routier.

Pour ces simulations, les paramètres hydro-dispersifs déduits de l'essai de traçage réalisé par CPGF (Rapport 11-067/38 de juin 2012) ont été utilisés. Ces paramètres sont 10% pour la porosité efficace et 50m pour la dispersivité longitudinale. Une dispersivité transversale de 5 m a été utilisée.

Le débit du pompage a été considéré comme étant 120 m³/h, soit le débit critique de l'ouvrage estimé en 1980. L'ouvrage ne pouvant être exploité à un débit supérieur, cette approche est sécuritaire.

4.4.1 Zone d'alimentation du captage en basses eaux

Les isochrones de 24 heures, 10, 20 et 30 jours ont été simulés et sont représentés sur les figures 11 et 12. L'extension du modèle est limitée à l'isochrone 30 jours.

Le tracé exact des isochrones 20 et 30 jours nécessiterait de valider par essais de pompages et/ou traçages sur de longues distances la distribution des perméabilités issues du calage du modèle en régime permanent, dont dépend les temps de transfert. La porosité efficace rentrée dans le modèle paraît quand-à-elle plutôt fiable du fait du traçage réalisé par CPGF.

On peut par ailleurs rappeler que cette estimation des isochrones ne prend pas en compte les eaux de surface qui étant donné la relativement bonne connexion entre la nappe et la rivière (voire à ce propos la simulation du scénario S2 ci-dessous), pourrait faire reculer de manière très importante les isochrones en amont de la plaine alluviale (diminution du temps de filtration).

4.4.2 Simulation d'une pollution dans la Fure (Scénario S2)

Les débordements de la Fure peuvent atteindre voire submerger le captage et engendrer dans les jours qui suivent des contaminations bactériennes. Ceci a été avéré par le passé et démontre que le captage est très vulnérable aux inondations de la Fure (voir Graphique n°5 du rapport CPGF 11-067/38 de juin 2012).

Il nous a semblé inutile de simuler l'immersion du captage, le résultat semblant trop évident et par ailleurs difficile à reconstituer dans un modèle d'écoulement en zone saturée. Des phénomènes complexes, tels que des transferts dans la zone non-saturée et/ou des écoulements préférentiels au droit des piézomètres et du captage devraient être pris en compte, qui conduiraient à une relation hydraulique quasiment directe entre le captage et la rivière.

Nous avons donc simulé une inondation conduisant la Fure à déborder de son lit mineur sans pour autant immerger le captage. Pour se faire nous avons pris en compte une concentration de 100 dans la rivière un flux de polluant de la rivière vers la nappe suivant la formule suivante :

$$\text{Flux} = \text{Concentration dans la rivière} \times \text{Perméabilité} \times \text{Gradient hydraulique} \times \text{Surface de la maille}$$

La perméabilité du colmatage est utilisée au droit de la rivière, et la perméabilité du sol (5.10^{-6} m/s) a été utilisée pour les débordements. Le gradient hydraulique a été pris égal à 1 et la surface de la maille correspond à $2,5 \times 2,5$ m².

Les simulations ne prennent pas en compte de coefficients de dégradation ou de retard. Les concentrations simulées sont donc sécuritaires.

L'interprétation des résultats consignés dans le tableau ci-dessous montrent que le captage reçoit environ 60% de son eau de la Fure et que cette part augmente lorsque la Fure déborde. Le débordement de la Fure

dans le méandre immédiatement situé en amont du captage (scénario S2b) ne modifie pas significativement la part des eaux de la rivière reçue dans le captage. Il faut environ 30 mn pour que des concentrations significatives atteignent le captage (environ 1% de la concentration dans la rivière).

Ces résultats sont en adéquation avec les expériences de traçage menées par Mr Biju-Duval en 1993, qui avaient démontré que le captage reçoit environ 50% de ces eaux de la rivière, et que le temps de transit entre la rivière et le captage est de 33 minutes environ.

Scénario	Distance de la Fure au captage	Pourcentage des eaux de la rivière dans le captage
S2a : pas de débordement	20 m	66%
S2b : débordement dans le méandre situé en amont	20 m	66%
S2c : s2b + débordement sur 10 m	10 m	74%
Inondation du captage	0 m	Théoriquement jusqu'à 100%

Tableau 8 : Résultats du scénario 2 (transfert d'une pollution de la Fure dans la nappe)

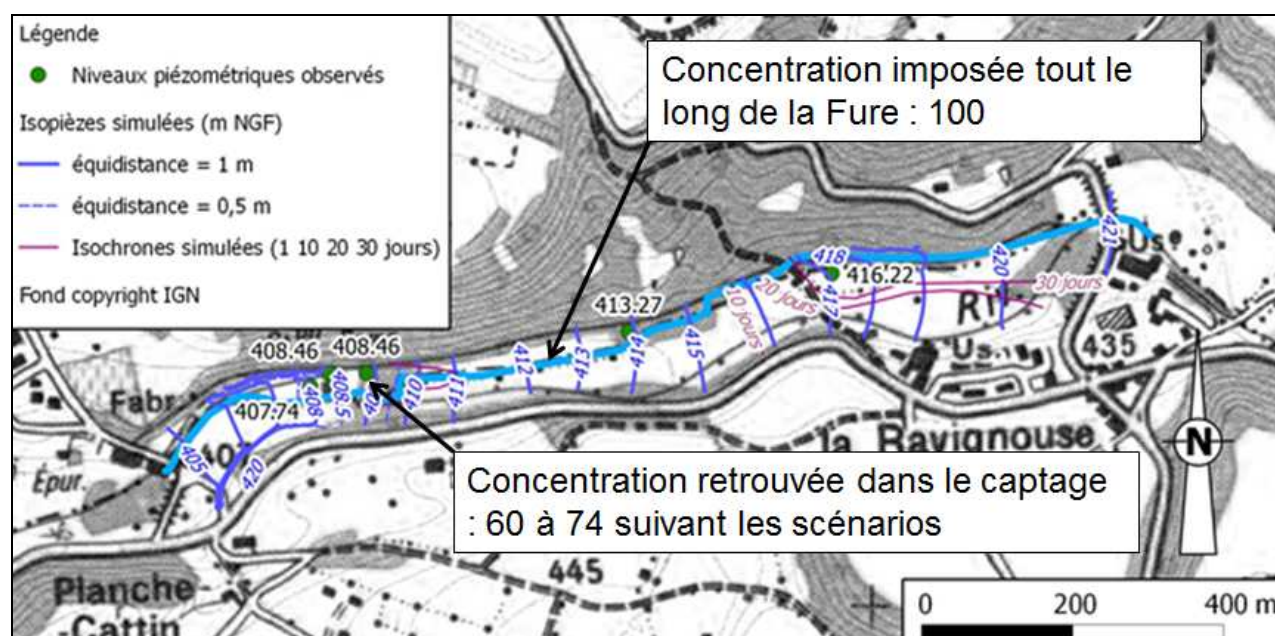


Figure 13 : Illustration des concentrations retrouvées dans le captage en cas de pollution de la Fure (scénarios S2a, S2b et S2c)

Lorsque l'on s'intéresse au pourcentage temps de transfert des molécules d'eaux, on voit sur la figure en page suivante que les temps d'arrivée des molécules d'eau de la Fure vers le captage ne sont pas égaux. Il y a un pic d'arrivée au bout de 1,5 jour (33 % du flux) correspondant aux zones d'infiltration les plus proches. Plus de 50 % des molécules d'eaux de la Fure transitent vers le captage en moins de 5 jours, c'est à dire avec trajet très court dans l'aquifère. Dans une moindre importance, certaines molécules d'eau transitent de la Fure vers le captage avec un retard de plus de 50 jours. Ces molécules proviennent des zones d'infiltration

de la Fure les plus éloignées du captage qui traversent tout la bande alluviale avec des vitesses e circulations lentes dans le milieu souterrain.

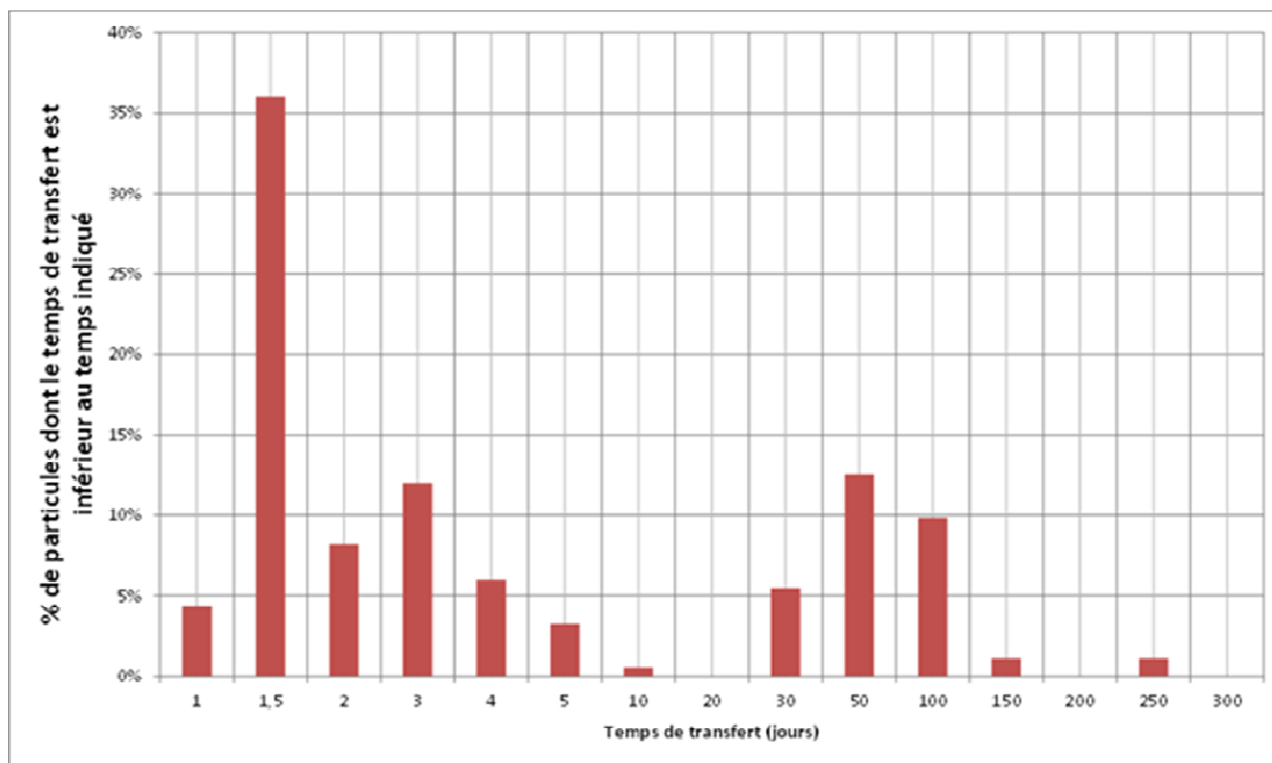


Figure 14 : Répartition des temps d'arrivées des molécules d'eaux issus de la Fure (scénario 2a).

4.4.3 Simulation d'une pollution accidentelle à hauteur de la D520 en basses eaux (Scénario S3)

Le renversement d'un liquide polluant à partir d'un véhicule accidenté à hauteur de la D520 située environ 1,5 km en amont du site est un scénario envisagé.

Deux cas de figures peuvent être considérés. Dans un premier cas l'accident s'est produit à proximité ou dans la Fure, ce qui induit une vulnérabilité du captage à une pollution via la rivière. Dans ce cas nous renvoyons aux résultats présentés dans le paragraphe précédent qui ont démontré que 50% de l'eau du captage, voire plus, provient de la rivière même en régime de basses eaux.

Dans un second cas l'accident se produirait à l'écart de la rivière et conduirait à une infiltration du produit dans le sol jusqu'à la nappe. Nous avons simulé ce scénario en considérant la fuite de 1 tonne de produit (10 000 litres de fuel), déversé directement au contact de la nappe pendant une journée (nous avons localisé la source entre le point F7 de la figure 1 et la route située à l'est). 8% de benzène (phase dissoute), soit 8 kg, transite vers la nappe dans la nappe.

Dans la réalité, une telle fuite serait épanchée en surface, traverserait avec un certain retard la zone non-saturée, et serait progressivement diluée dans la nappe. Le scénario simulé est donc sécuritaire dans le sens où le pic de concentration obtenu au captage est maximisé. Nous n'avons pas pris en compte l'effet d'atténuation d'adsorption dans la zone non saturée. Par ailleurs le transport simulé est non-réactif, c'est-à-dire que la concentration simulée n'est pas rabattue par la dégradation du produit qui dans la réalité est observée (la simulation est sécuritaire par rapport à la réalité) : pas d'activité biologique, pas d'adsorption sur les particules, pas de fractionnement, pas de volatilsation.

Le graphique ci-dessous présente les résultats de la simulation. Pour rappel, la concentration limite en Benzène pour les eaux potables est de 1 µg/L tandis que, en comparaison, un relargage d'une tonne de Benzène dans l'environnement paraît assez exceptionnel.

Ce résultat concorde avec le tracé des isochrones, puisque le pic de concentration arrive environ 40 jours après l'accident, hors la D520 se situe en amont de l'isochrone 30 jours. Les concentrations en produit seraient de l'ordre de 0,65 µg/l au captage après 40 j. Les premières arrivées seraient observées après 15 jours suivant l'accident.

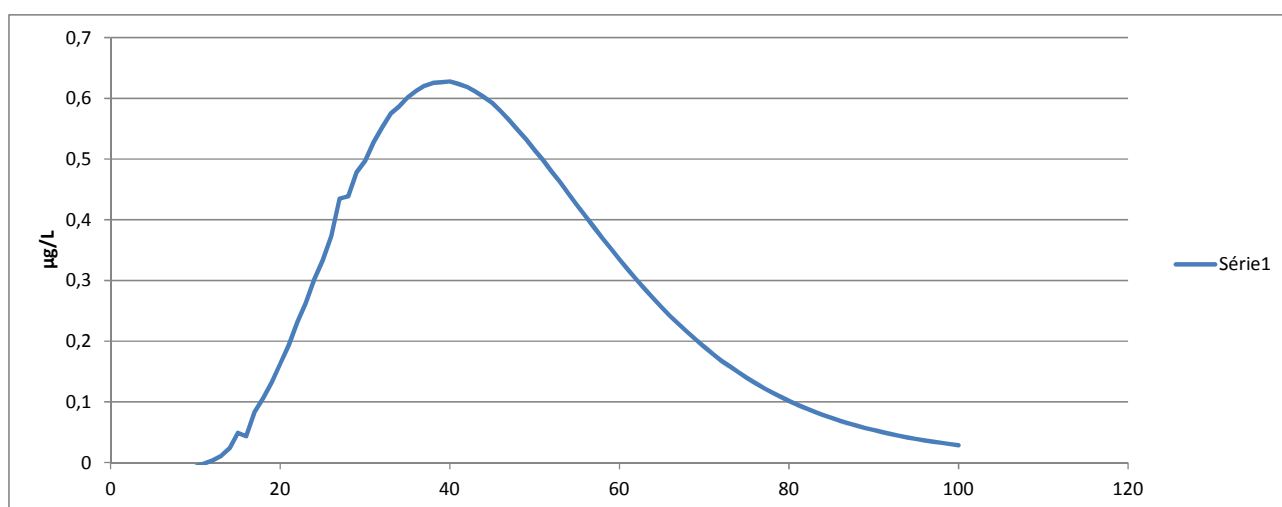
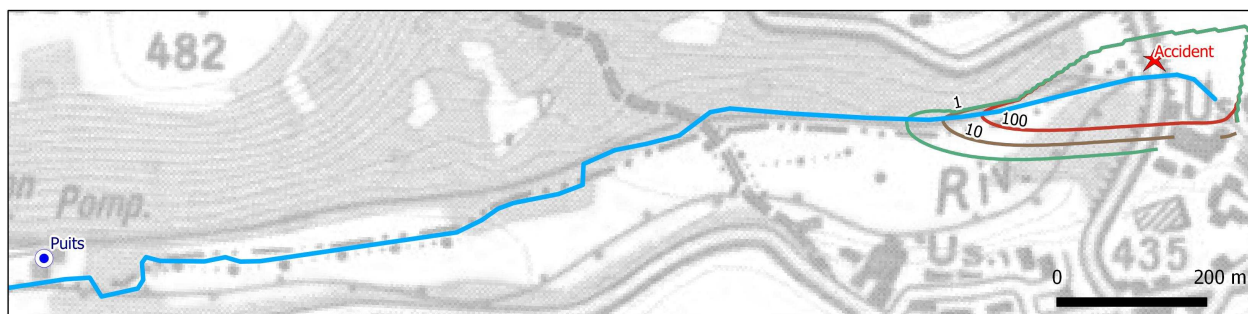
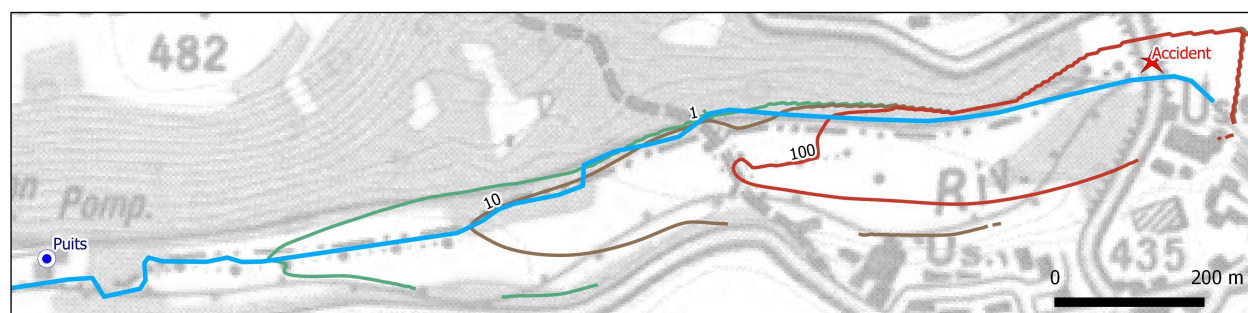


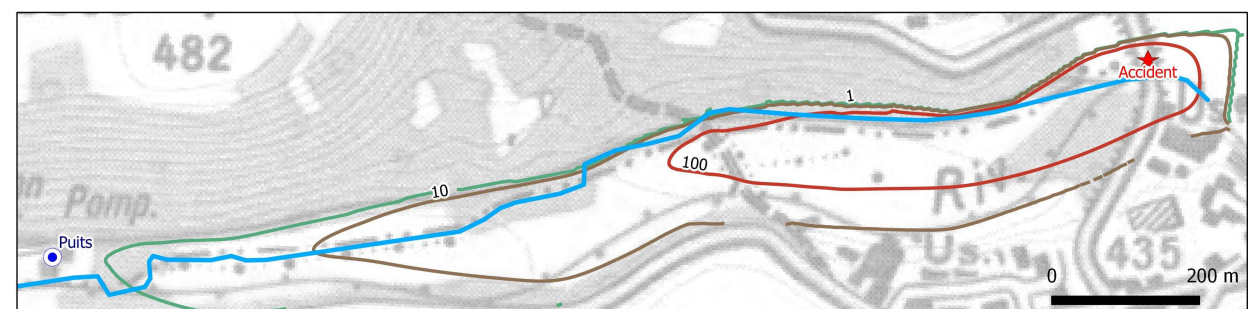
Figure 15 : Evolution des concentrations au captage des Cotes Gagère suite au déversement au temps 0 d'un produit à hauteur de la départementale D520



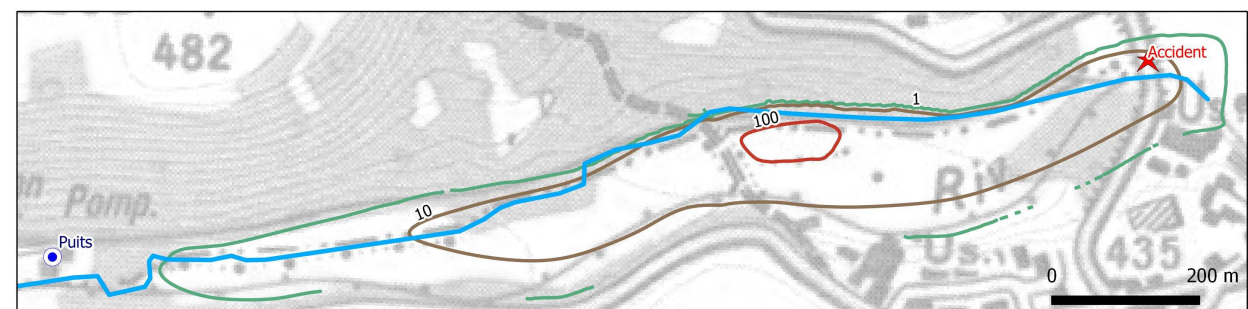
Evolution du panache de polluants ans la nappe 2 jours après l'accident



Evolution du panache de polluants ans la nappe 15 jours après l'accident



Evolution du panache de polluants ans la nappe 40 jours après l'accident



Evolution du panache de polluants ans la nappe 60 jours après l'accident

Figure 16 : Evolution des concentrations en polluant dans la nappe 2, 25, 40 et 60 jours après l'accident

4.4.4 Conclusions sur les simulations de pollution

La modélisation du fonctionnement de l'aquifère, avec la prise en compte des échanges entre la nappe et la rivière permet de montrer :

- La très forte vulnérabilité du captage en cas de pollution chronique de la Fure. La majorité de la recharge de la nappe se fait par la rivière et cette recharge se fait très proche et donc avec des temps très courts. Ces simulations représentent par exemple les rejets chroniques d'une station d'épuration ou d'une industrie dans la Fure, ou des rejets ponctuels en cas de crue de la Fure, mais avec de fortes concentrations.
- Une pollution accidentelle directement sur l'aquifère est largement tamponnée, car en l'absence de repris par la Fure, les concentrations de polluant au captage sont fortement atténuées.

L'étude de ces différents scénarios confirme sans équivoque la vulnérabilité du captage par rapport à une dégradation de la qualité des eaux de la Fure.

5. Calcul de la vulnérabilité intrinsèque de l'aquifère

5.1 Cartographie Méthodologie de diagnostic du BAC

Le diagnostic de la vulnérabilité du BAC consiste à analyser la vulnérabilité intrinsèque de l'aquifère. Plus d'une vingtaine de méthodes existent afin d'évaluer la vulnérabilité des nappes aux pollutions. La méthode universellement employée est la méthode dite DRASTIC¹ élaborée par L. Eller et al. en 1987. Il s'agit d'une méthode d'évaluation basée sur l'attribution d'une notation aux différents paramètres utilisés et leur groupement dans des classes différentes. Une pondération est également attribuée selon l'importance de chacun des paramètres utilisés. La vulnérabilité est calculée comme la somme pondérée des paramètres classifiés :

$$D_i = \sum_{j=1}^{j=n} (W_j R_j)$$

Avec :

D_i = index de vulnérabilité global d'une unité cartographique

W_j : facteur de pondération du paramètre j

R_j : index du paramètre j

N : nombre de paramètres pris en compte

La méthode définie par le BRGM pour les aquifères continus est dérivée de la méthode DRASTIC. Les paramètres pris en compte sont les suivants :

- la pluie efficace P ;
- la nature du sol S ;
- l'infiltration efficace I ;
- l'épaisseur de la zone non saturée H ;
- la perméabilité de l'aquifère K .

Les valeurs des indices sont définies dans le tableau ci-après:

Valeur de l'Indice	Pluies efficaces P (en mm)	Infiltration I (IDPR)	Epaisseur $ZNS H$ (en m)	Perméabilité K (en m/s)	Sol S
4	> 300	0-400	< 2	> 10^{-3}	Fonction de la texture, de l'épaisseur, nature (grilles de classifications)
3	200-300	400-800	2-5	10^{-4} - 10^{-3}	
2	100-200	800-1200	5-20	10^{-5} - 10^{-4}	
1	50-100	1200-1600	20-50	10^{-7} - 10^{-5}	
0	< 50	1600-200	> 50	< 10^{-7}	

Tableau 9 : Valeurs des indices en fonction des critères selon la méthodologie du BRGM pour un aquifère alluvial

¹ Aller L., Bennet T., Lehr J., Petty R., Hackett G., 1987 : DRASTIC : A standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential using Hydrogeological Settings. EPA-600/2-87-35, 455p.

La vulnérabilité pour un aquifère poreux continu est donnée par la pondération de chaque paramètre par la formule suivante :

$$\text{Vulnérabilité} = 10\%P + 25\%S + 30\%I + 20\%H + 15\%K$$

Les poids les plus forts sont attachés aux critères sol et infiltration : c'est la capacité du milieu naturel à retenir les polluants et leur transfert vers l'aquifère.

La valeur finale de vulnérabilité varie entre 0 (vulnérabilité minimale) à 4 (vulnérabilité maximale).

Valeurs de l'indice	Classe	Vulnérabilité
3,2-4	4	Très élevée
2,4-3,19	3	Elevée
1,6-2,39	2	Moyenne
0,8-1,59	1	Faible
0-0,79	0	Très faible

Tableau 10 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de l'aquifère

5.2 Tracé du BAC

5.2.1 Détermination de la zone d'appel du captage

La zone d'appel correspond à la limite d'influence où l'écoulement se dirige vers le puits de pompage (inversion du gradient d'écoulement vers le puits) dans la bande alluviale.

La distance aval de cette limite peut être estimée à partir de la formule de GRUBB ou WYSSLING. Cette distance est fonction des paramètres hydrodynamiques de la nappe (transmissivité, gradient) et du débit de pompage (plus le débit est fort, plus la zone d'appel sera étendue).

$$x_0 = \frac{Q}{2\pi Ti}$$

Avec :

T = transmissivité de l'aquifère (en m²/s)

Q = débit (en m³/s)

i = gradient hydraulique de la nappe

X₀ = distance entre le puits de pompage et la limite aval de la zone d'appel

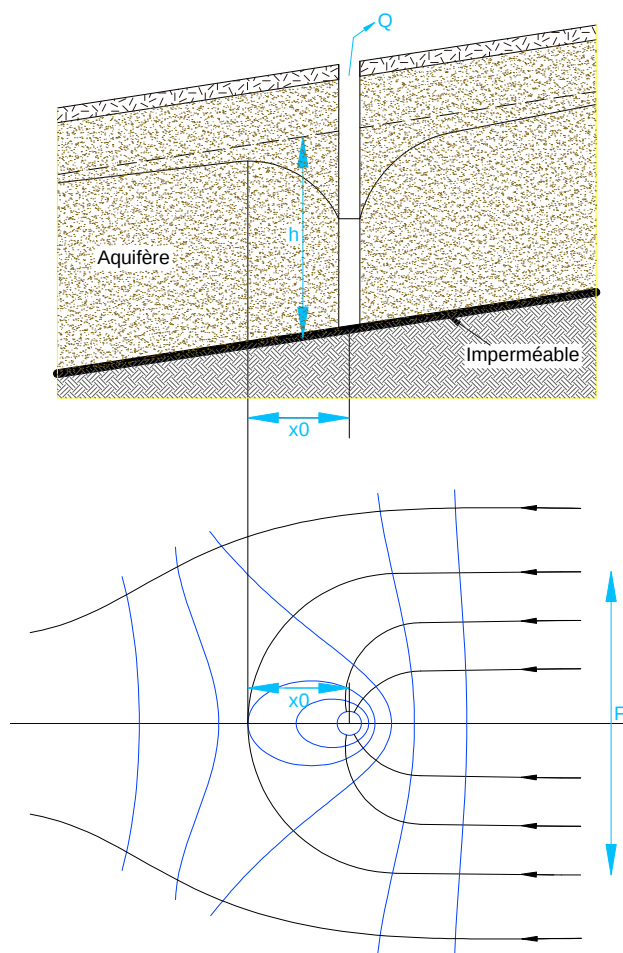


Figure 17 : Représentation de la zone d'appel par la méthode de GRUBB

La valeur X₀ correspond à l'extension de la zone d'appel vers l'aval. Nous rappelons qu'il s'agit de valeurs théoriques qui prennent en compte l'incertitude sur les paramètres de mesure, en premier lieu la transmissivité de l'aquifère qui peut varier fortement d'un point à un autre, et les variations de gradient en fonction des conditions de réalimentation et de drainage.

Pour le captage de Cote Gagère on obtient les valeurs suivantes :

T = 2.4 .10⁻² m²/s environ

Q = 120 m³ /h maximum (débit critique)

i = 1/50 m/m

soit X₀ = 11 m environ

Le modèle hydrodynamique calé nous donne une aire d'appel d'une vingtaine de mètres environ, soit du même ordre de grandeur.

5.2.2 Proposition de tracé du BAC

Le bassin d'alimentation hydrogéologique du captage correspond à l'aire dans laquelle une goutte d'eau de pluie peut s'infiltrer et atteindre la nappe puis le captage étudié. Cette zone enveloppe donc le bassin versant hydrologique qui participe à cette alimentation. On ne considère pour l'étude de vulnérabilité intrinsèque que la partie proprement aquifère, c'est-à-dire les ensembles de corps graveleux continus (ou plus ou moins continus) susceptibles de contenir un aquifère alluviale. Sont donc exclus les terrains imperméables qui géologiquement ne permettant pas l'infiltration des eaux de pluie et ne prennent donc pas part à l'alimentation des masses d'eaux souterraines. La molasse (conglomérat du Miocène) qui entoure le bassin versant de la Fure (sans recouvrement quaternaire) est intrinsèquement imperméable. Le ruissellement va dominer sur ces terrains sur les pentes en amont des terrasses.

Le tracé du BAC s'appuie sur des arguments géologiques (carte géologique au 1/50 000 de Voiron, thèse de DEHAYS, logs de sondages, géophysique) pour l'essentiels avec des ajustements à la marge sur critère morphologiques (carte IGN au 1/25 000).

En totalité, les alluvions récentes dans le lit majeur de la Fure entre le puits de Côte Gagère et le lac de Paladru constituent la masse aquifère principale (FZ sur la carte géologique). Dans le secteur de Charavines, les alluvions récentes de la Fure sont étendues aux cônes de déjection des rivières et aux terrasses en bordures.

Les terrasses fluviales et fluvioglaciales, bien que perchées, sont majoritairement en continuité des alluvions (terrasses emboîtées). C'est principalement la géophysique et les coupes interprétatives qu'en fait DEHAYS qui permettent d'argumenter la continuité entre les terrasses et les alluvions récentes de la Fure. Simon A. DU CHAFFAUT présente une carte de détail des terrasses (nommées FG1, 2 et 3) :

- Sur la terrasse du Plan (F4a sur la carte géologique du BRGM), en rive gauche de la Fure entre Charavines et le Guillermet, les alluvions sont épaisses de 10 à 15 m avec une légère remontée de la molasse en bordure de la vallée ;
- Sur la rive opposée (Le Guillermet), les alluvions sont perchées, et peu étendues, la molasse affleurant rapidement.
- En rive droite de la Fure, la vaste terrasse du Guichard et de Plan Bois (FG1a, FG1b, FG2a, FG2b sur la carte de la Figure 19) est composée d'alluvions épaisses d'une vingtaine de mètres au plus fort du recouvrement. Toujours en rive droite, en amont du puits de Côte Gagère, on voit quelques niveaux de sources, qui ne s'expliquent pas par une remontée de la molasse (non affleurante et qui n'est pas mise en évidence dans les panneaux électriques 1 à 5 de l'étude CPGF), mais par un cloisonnement par des dépôts morainiques (cartographié sur la carte géologique, G3b) ou des niveaux de conglomérats dans les graviers de la terrasse.
- Vers l'ouest, toujours en rive droite de la Fure, les écoulements de la terrasse d'Apprieu sont court-circuités au niveau du captage de planche Cattin (PC sur la carte de S. DU CHAFFAUT), qui constitue le principal point de sortie des écoulements de la terrasse d'Apprieu dans ce secteur.
- En rive gauche, les basses terrasses de la Ravignousse (FG2a, FG3a) ne sont pas en continuité directe des alluvions de la Fure, car cloisonnées par une remontée de molasse cartographiée en pied de coteau sur environ 500 m en amont de Côte Gagère. Il y a en revanche une continuité dans les graviers et les alluvions de part et d'autres de ce ressaut molassique. Le tracé du BAC prend en compte ces terrasses avec des arguments morphologiques, la terrasse la plus en amont (FG2b) s'appuyant au sud sur le vallum morainique qui marque la limite avec Saint-Blaise-du-Buis. Vers l'ouest, le tracé s'appuie sur une ligne de crête qui montre une séparation avec un axe d'écoulement vers l'ouest, bien marqué dans la topographie

Le bassin-versant de l'Ainan, affluent en rive gauche de la Fure n'a pas été pris en compte. Les écoulements sont ici tamponnés par la zone humide de la Bavonne.

Au-delà de ces terrasses le substratum miocène (conglomérat molassique) affleure. Sa lithologie (poudingues de galets cimentés) ainsi que les fortes pentes qui le caractérise soustraie cette formation à l'alimentation des nappes souterraines. Elle ne prend donc pas part à l'alimentation hydrogéologique du captage.

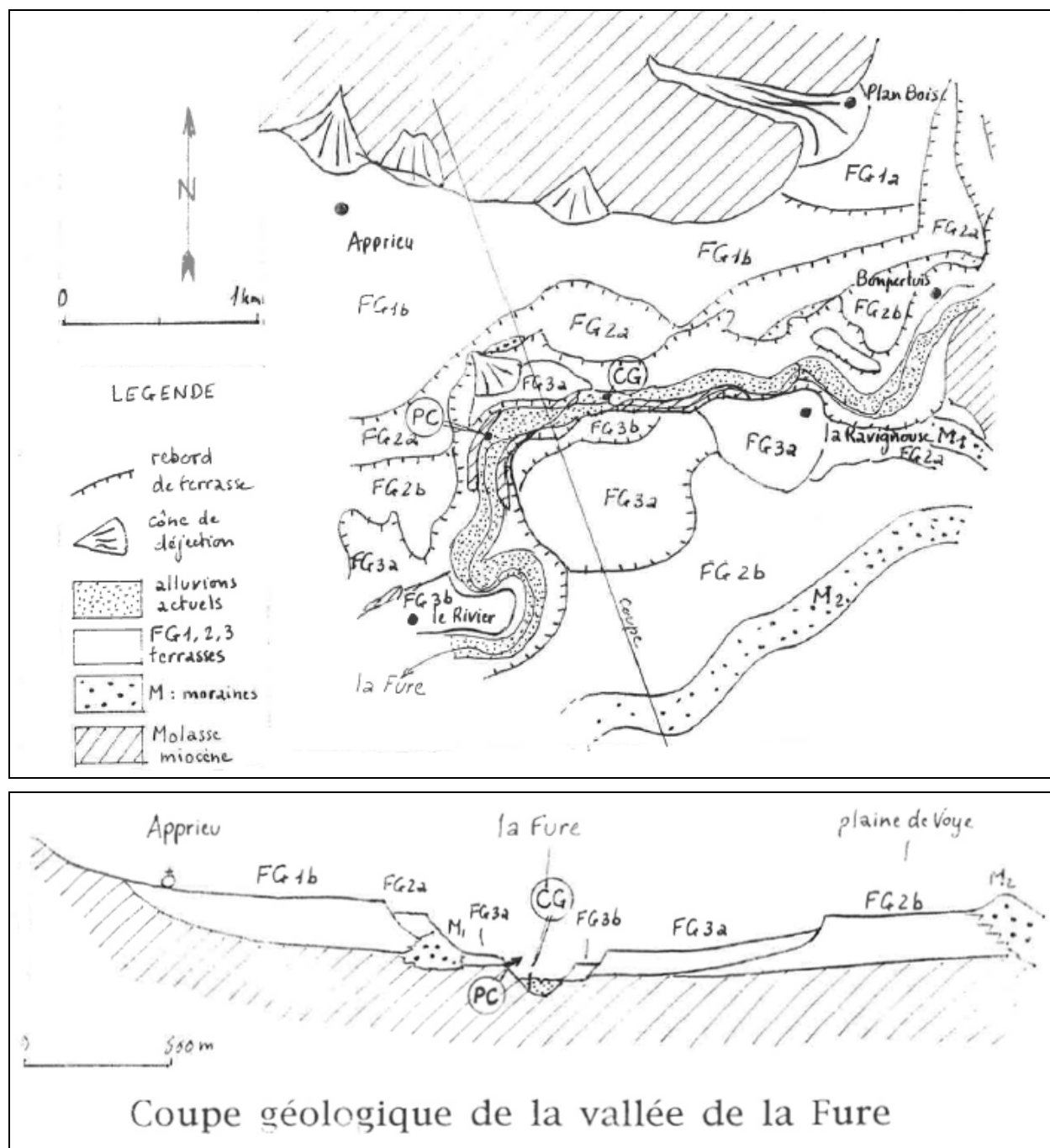


Figure 19 : Coupe géologique montrant la continuité des alluvions des terrasses fluvioglaciaires et des alluvions récentes de la Fure en rive gauche (extrait du rapport de Su du CHAFFAUT de juin 1994)

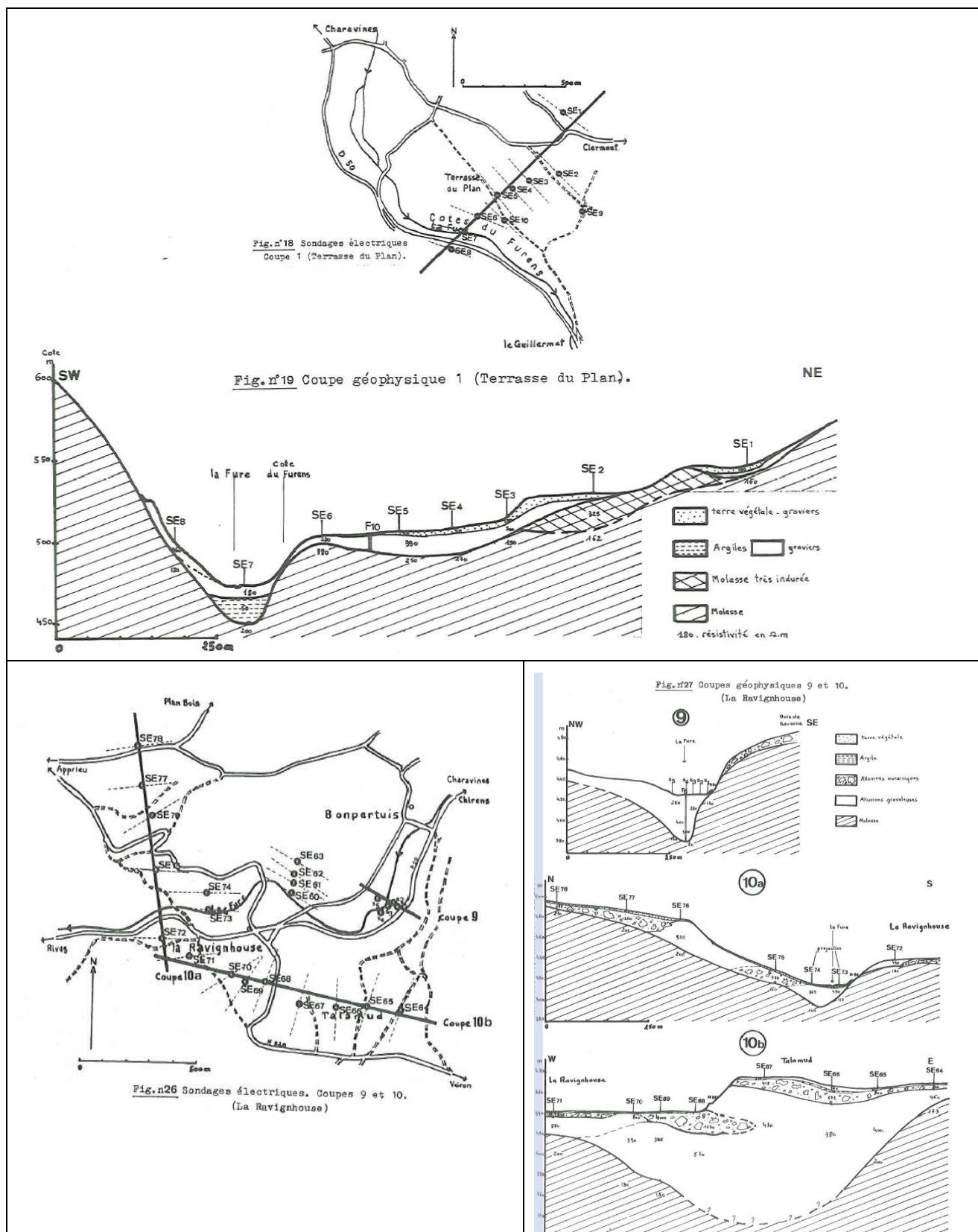
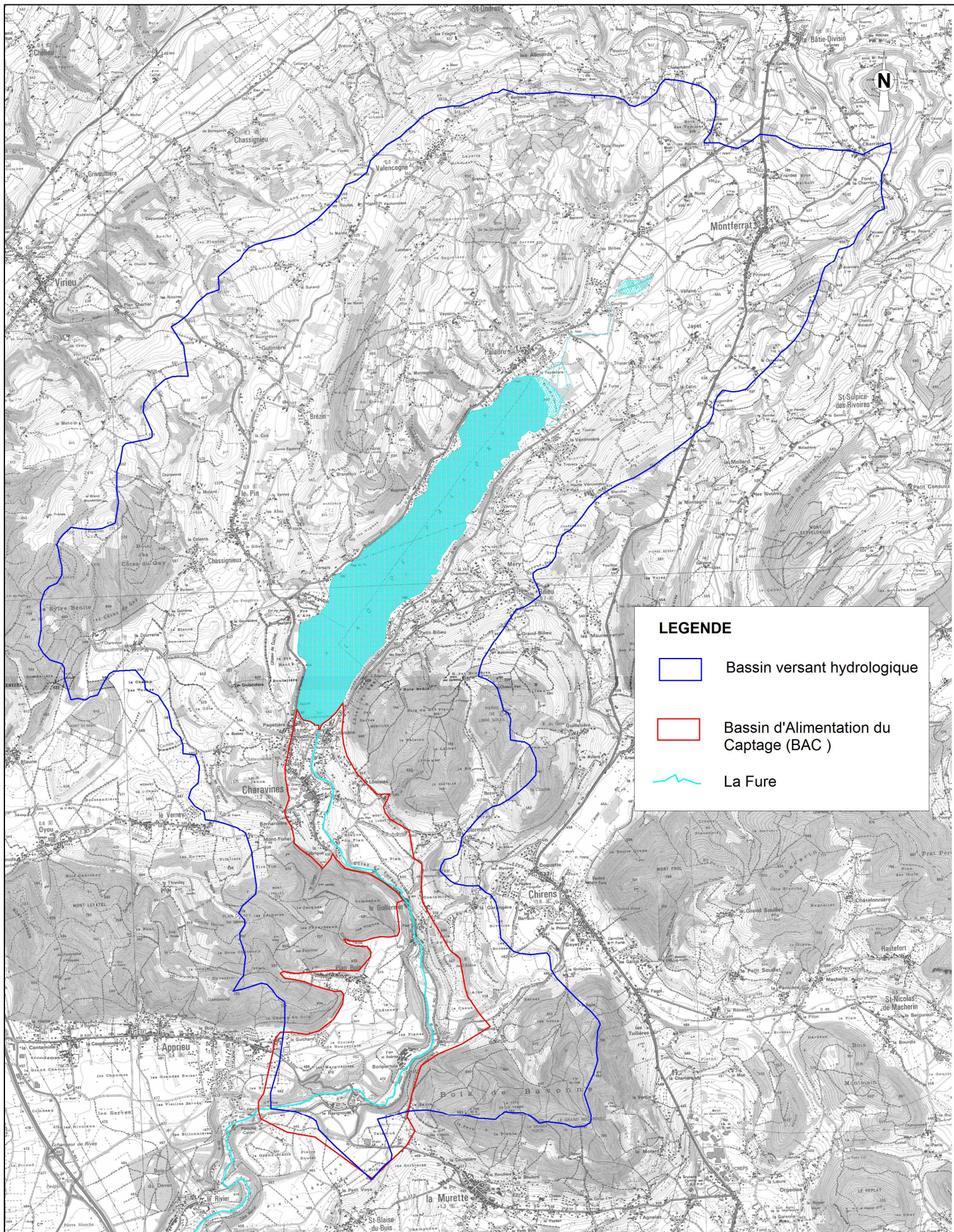


Figure 20 : Coupe géologiques interprétatives à partir des données de géophysique interprétées par DEHAYS (extrait de sa thèse)



5.3 Tracé du BAC

5.3.1 La pluie efficace

5.3.1.1 Données utilisées

Les données climatiques mensuelles moyennes de précipitations et de températures des dix dernières années (de 2001 à 2010) ont été acquises auprès de Météo France, pour la station de Saint Etienne de Saint-Geoirs (code Météo France : 38384001), environ 17 km à l'ouest d'Apprieu et à une altitude de 384 m (représentatif du bassin versant de La Fure).

Le tableau suivant résume les précipitations et de températures moyennes annuelles, ainsi que les calculs d'ETP qui en résultent.

Sur la période 2001-2010, la moyenne annuelle des précipitations s'élève, sur le secteur d'étude, à 874 mm. Elle varie entre un minimum d'environ 730 mm en 2009 et un maximum d'environ 1159 mm en 2002.

Années	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Précipitations (mm)	912.4	1159.4	769.4	750.9	831.3	784.2	884.8	998.4	730.2	916.1
Températures (°C)	11.5	11.5	12.0	10.9	10.5	11.7	11.2	11.0	11.5	10.2
ETP (mm)	618.3	614.3	663.6	594.9	582.1	624.1	606.1	598.2	616.6	571.7
Qs (l/s/km ²)	9.3	15.4	8.1	8.5	9.0	7.6	7.7	12.8	6.7	12.1

Tableau 11 : Précipitation et température moyenne annuelle à la station météo de Saint-Etienne de Saint-Geoirs (2001/2010)

La température annuelle moyenne est de 11,2°C, avec un pic à 12°C en 2003, et un minimum à 10,2°C en 2010.

5.3.1.2 Classification suivant les critères de la méthodologie

Les pluies efficaces ont été calculées à partir de la station météorologique de Saint Geoirs (la plus proche, la plus représentative du site et disposant des données) sur la base de la formule de l'ETR de Turc annuel :

$$ETR = \frac{P}{\left(0.9 + \frac{P^2}{L^2}\right)^{\frac{1}{4}}}$$

ETR : évapotranspiration réelle (mm).

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

$L = 300 + 25 t + 0.05 t^3$.

t = température moyenne annuelle (c°).

Le tableau suivant montre le calcul des précipitations efficaces pour la station représentative du bassin-versant :

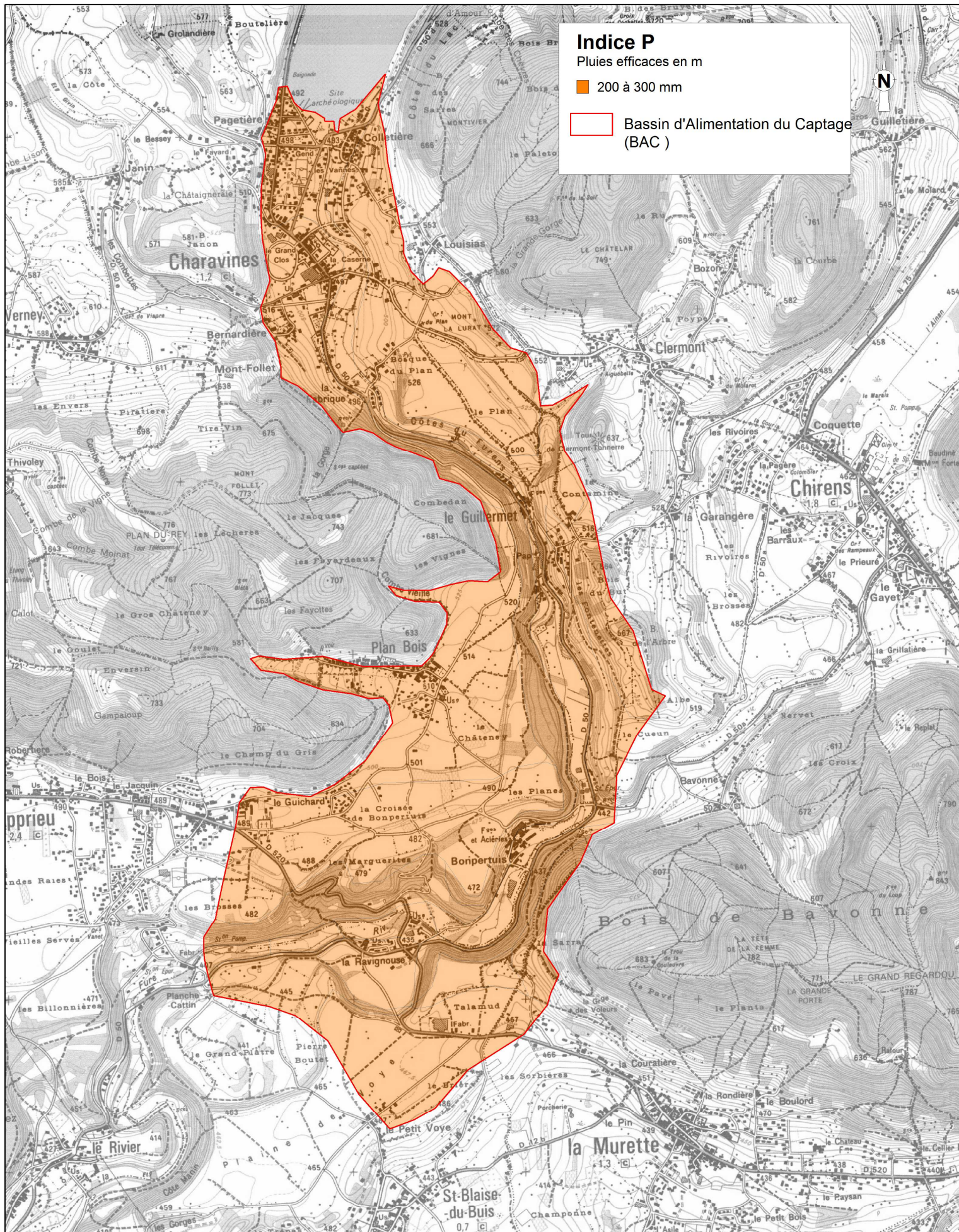
Précipitations à Saint Etienne de Saint Geoirs (moyenne annuelle sur la période 2001-2010)	873.7 mm
ETR (Formule de Turc)	605.1
Précipitations efficaces	268.6 mm

Tableau 12 : Calcul des précipitations efficaces à Saint-Etienne de Saint Geoirs

Les précipitations efficaces moyennes pour la période 2001-2010 sont de 268.6 mm.

Dans la mesure où le bassin versant hydrologique de la Fure sur cette portion est d'altitude relativement faible et constante, et au regard de sa superficie, nous considérons que les précipitations efficaces sont uniformes sur l'ensemble de son emprise et que la prise en considération d'une seule station météorologique pour le définir est suffisante.

L'ensemble du BAC de la Côte Gagère est affecté de façon uniforme du critère P3, correspondant à la classe de précipitations efficaces 200-300 mm.



5.3.2 Critère « Infiltration efficace » I

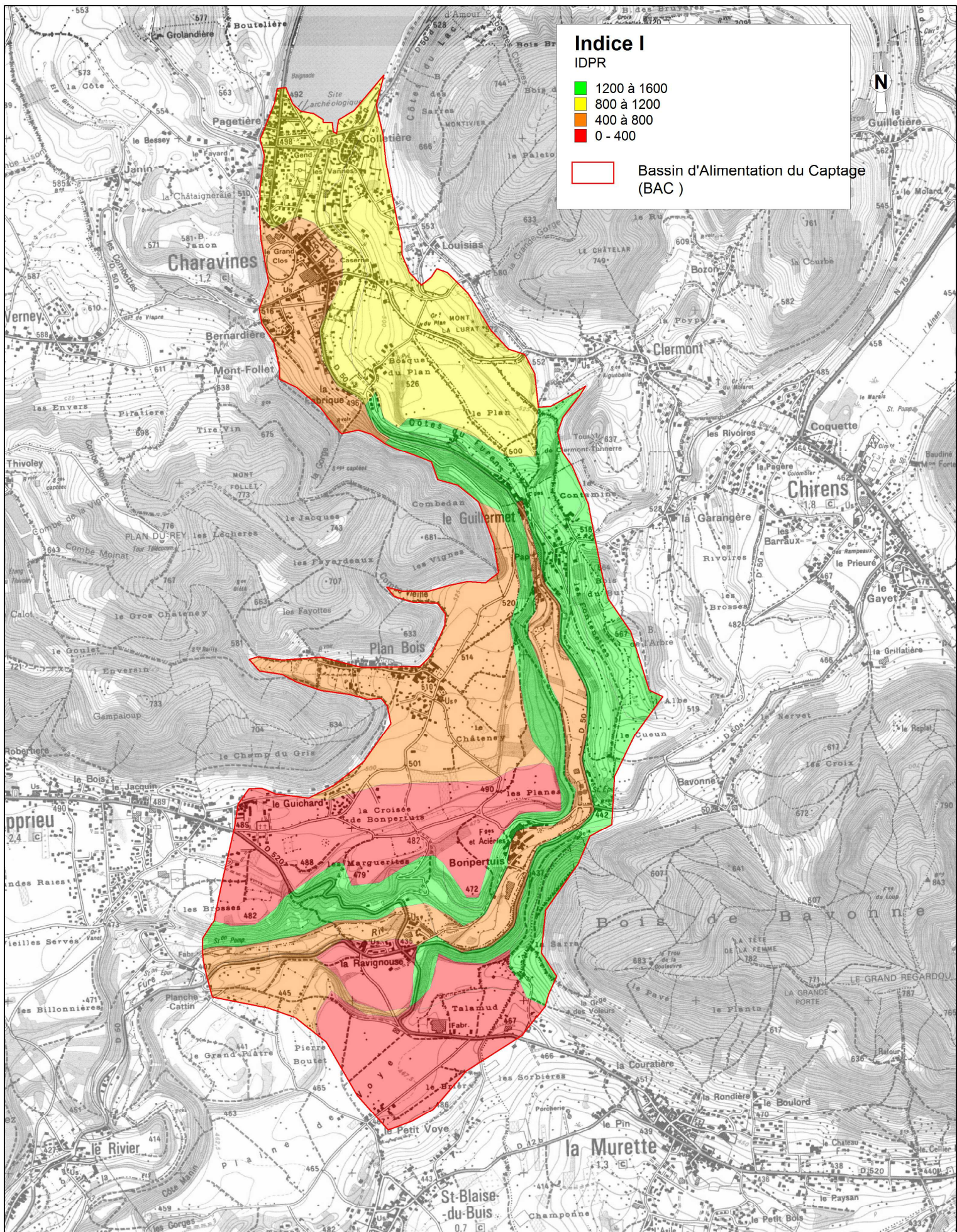
L'IDPR nous a été fourni par le BRGM sous forme de grilles de valeurs d'indice au 1/100 000. Nous avons directement intégré le paramètre IDPR dans l'analyse à l'aide de l'outil SIG.

La limite d'interprétation et d'exploitation de l'IDPR est fixée par la méthode d'élaboration des données qui la composent. Par construction, on peut considérer une échelle minimum de 1/100 000. Celle-ci est directement due aux échelles de validité des données cartographiques exploitées (MNT, BD Carthage).

Dans le cas de petits bassins d'alimentation comme celui du puits de Côte Gagère, l'utilisation des grilles d'IDPR n'est pas satisfaisante.

Nous avons proposé une cartographie de l'infiltration à dire d'expert en considérant :

- Une infiltration très forte sur les terrasses les plus plates, affectée de l'Indice I4 ;
- une infiltration importante sur toute la basse plaine, affectée de l'Indice I3,
- une infiltration faible pour le secteur de Charavines, bien que la topographie soit assez comparable aux alluvions de la Fure, l'imperméabilisation des surfaces est importante à Charavines et les sols sont assez argileux en surface (ruissellement marqué, critère I2)
- une infiltration très faible dans les zones de fortes pentes (bordures des terrasses, ruissellement dominant)



5.3.3 Critère « épaisseur de la zone non saturée » H

Il s'agit de la différence entre la piézométrie en conditions de hautes eaux et la topographie.

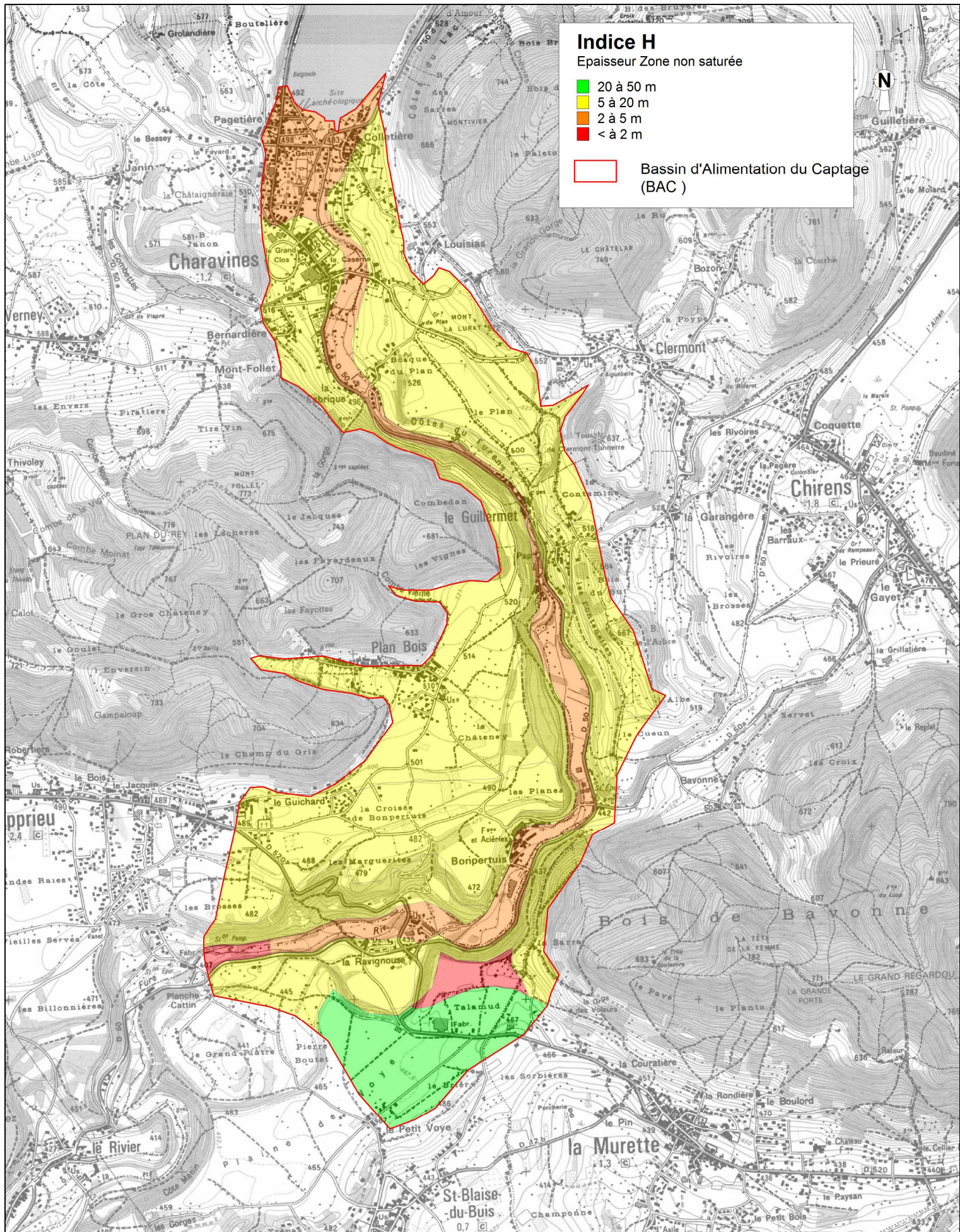
Un modèle hydrogéologique a été effectué sur la bande alluviale de la Fure. La piézométrie est donc très bien connue dans cette zone. De plus les investigations géophysiques réalisées dans le cadre de cette étude et la bibliographie disponible (*thèse DEHAYS, 1980*) viennent étoffer ces données.

Dans cette bande alluviale, la nappe est située entre 1,4 et 1,7 m de profondeur (Classe 4) en amont immédiat du puits (piézomètres 1 et 2 de l'étude CPGF), et entre 3,5 et 4,5 m sur la bande alluviale plus en amont (piézomètres 3 et 4). En l'absence d'autre données au-delà du lieu-dit La Ravignouse, on considère une nappe assez proche du TN (entre 2 et 5 m de profondeur, Classe 3) en condition hydrologique normale sur toute la bande alluviale (jusqu'au lac de Paladru),

Pour ce qui concerne les différentes terrasses alluviales imbriquées (F5a, F4b, G4b sur la carte géologique) qui prennent également part à l'alimentation du captage BAC, les données disponibles sont moins nombreuses. Toujours sur la base des données de Dehays, Les terrasses sont perchées avec des épaisseurs de 10 à 15 m d'alluvions présentent généralement des nappes plus basses que 5 m de profondeur (Classe 2).

Seule la terrasse de Talamud, plus haute en altitude et dont la géophysique montre une épaisseur importante de graviers peut présenter potentiellement une nappe profonde (>20 m, classe 1)

Nous nous sommes basées sur les données disponibles dans la BSS sur les rares ouvrages recoupant des formations géologiques similaires.



Indice H

Epaisseur Zone non saturée

- 20 à 50 m
- 5 à 20 m
- 2 à 5 m
- < à 2 m



Bassin d'Alimentation du Captage
(BAC)

5.3.4 Critère « perméabilité de l'aquifère » K

5.3.4.1 Données utilisées

Un modèle hydrogéologique ainsi que des investigations par forage ont été effectués sur la bande alluviale de la Fure.

Les hétérogénéités de perméabilité sont donc bien connues dans cette zone. Nous avons donc un découpage très précis des valeurs de perméabilité dans ces alluvions et donc un critère K définit assez finement dans cette zone.

La bibliographie disponible (thèse DEHAYS, 1980) vient étoffer ces données notamment grâce à des essais de pompage effectués sur la partie amont de la bande alluviale (hors modèle).

Pour ce qui concerne les différentes terrasses alluviales imbriquées (F5a, F4b, G4b sur la carte géologique), il n'existe pas de résultats d'essais de pompages. Nous nous sommes donc appuyés sur les données de description lithologiques et de géophysique (thèse de DEAYHS) et la notice de la carte géologique.

Peu d'informations sont disponibles donc par recoupement de zones présentant une géologie similaire nous avons extrapolé les valeurs de perméabilité par lithologie.

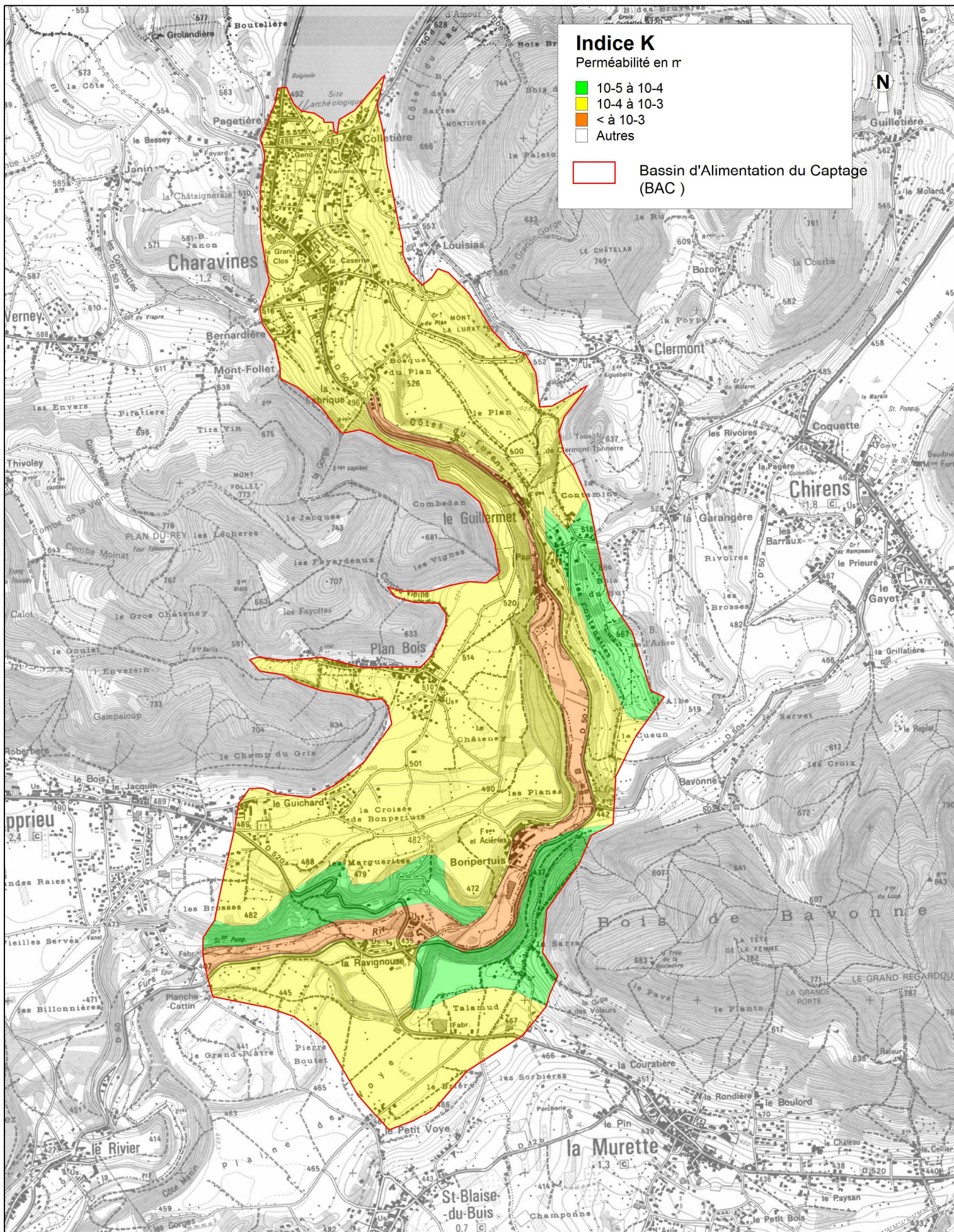
5.3.4.2 Classification selon les critères de la méthodologie

La distinction du critère K est faite selon les 3 unités géologiques mises en évidence. La bande alluviale est la plus discrétisée puisque c'est la plus productive et donc la plus étudiée.

On obtient donc les valeurs du critère K suivantes :

	Perméabilité	Critère K
Bande alluviale	$1,3 \cdot 10^{-2}$ à $7,3 \cdot 10^{-3}$ m/s (pompage d'essai CPGF)	4
Terrasse alluviale	10^{-4} - 10^{-3}	3
Terrains morainiques (coteaux)	10^{-5} - 10^{-4}	2

Tableau 13 : Classification du critère K selon la méthodologie BRGM



5.3.5 Critère « Sol » S

5.3.5.1 Données utilisées

Les différents types de sol dans la région du site sont décrits grâce à une carte pédologique et sa notice acquise auprès de la Chambre d'Agriculture de l'Isère.

Au niveau du bassin versant étudié, 6 unités cartographiques sont définies.

On distingue notamment :

- Les basses terrasses ;
- Les moraines rissiennes ;
- Les moraines wurmiennes ;
- Les conglomérats en pente forte ;
- Les moraines de pente forte ;
- Les zones urbaines.

Les différents types de sol (UC) sont décrits sommairement dans la notice associée à partir d'une association d'unité de sol (US) et d'une description de chaque unité cartographique.

Unité Cartographique	Unité de Sol associée	Description du sol
7 : Basses terrasses	80 % de Fersialsol (US8) + 10 % de Brunisol (US 9) + 10 % de Calcosol (US 10)	Sols épais, caillouteux, limono-sableux, plus argileux en profondeur, acides, sains, reposant à 80 cm sur cailloutis sableux, calcaires
16 : Les moraines Wurmiennes	80 % Brunisol (US 9) + 10 % de Brunisol argileux (US 21) + 10 % de Rendosol (US 22)	Sols épais, caillouteux, à texture équilibrée, non calcaires, sains, reposant à 1 m sur cailloutis sableux, calcaires
18 : moraines Rissiennes	90 % de Fersialsol des moraines rissiennes (US 23) + 10 % de Brunisol des moraines tronquées (US 24)	Sols épais, caillouteux, à texture équilibrée, plus argileux en profondeur, acides, sains, reposant à 1,60 m sur cailloutis sableux, calcaires)
19 : moraines de pente forte	90 % de Frendosol des moraines pentues (US 22) + 10 % de Brunisol des moraines tronquées (US 24)	Sols moyennement épais, caillouteux, sablo-limoneux, calcaires, sains, reposant à 0,50 m sur cailloutis sableux, fortement calcaires (
20 : conglomérats en pente forte	80 % de Rendosol des molasses conglomératiques (US 35) + 20 % de Brunisol des molasses conglomératiques (US 26)	Sols peu épais, caillouteux, à texture équilibrée, calcaires, sains, reposant à 30 cm sur cailloutis sableux, calcaires
76 : zones urbanisées	Aucune	aucune

Tableau 14 : Description des terrains de couverture du bassin versant

5.3.5.2 Classification selon les critères de la méthodologie

Au regard de la description très peu détaillée des unités disponibles, nous nous sommes basés sur une interprétation via un recoupement simple des critères épaisseur vs texture/granulométrie en y appliquant un barème allant de 0 (vulnérabilité très faible du fait de l'épaisseur du sol associé à une texture très peu perméable) à 4 (sol peu épais et très perméable).

La grille de barème choisie est présentée ci-dessous :

Epaisseur du sol vs texture	0-30 cm	30-50 cm	50-100 cm	>100 cm
Cailloux sains	4	4	3	2
Cailloux matrice sablo-limoneuse	4	3	2	1
Cailloux matrice limono-sableuse	3	2	1	0
Sol très fins argileux à tendance hydromorphe	2	1	0	0

Tableau 15 : Grille de notation du critère classe de sol en fonction de son épaisseur et de sa texture

Pour les différentes unités cartographiques présentes sur le bassin versant les indices de classification du critère sol attribués ont été les suivantes :

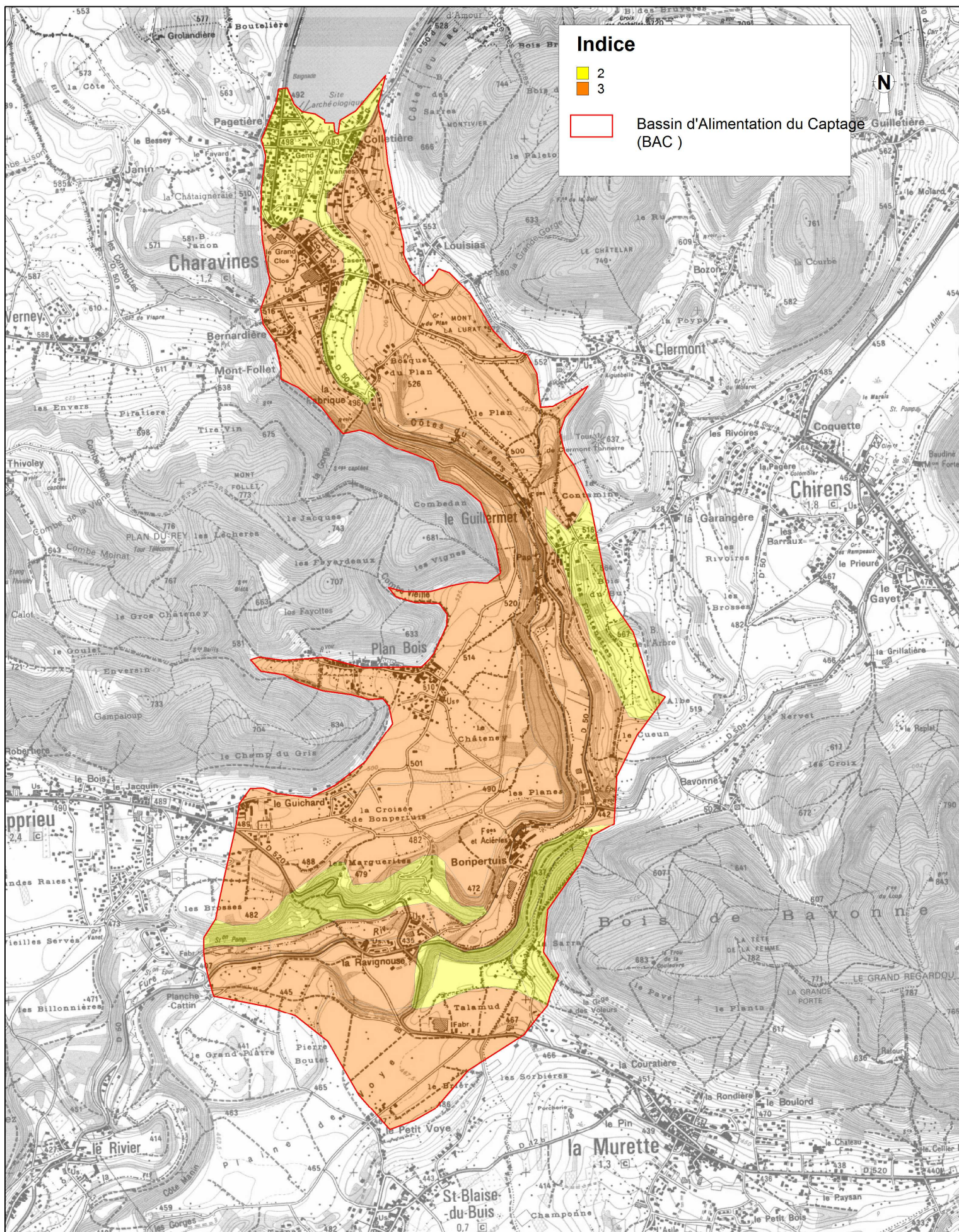
UC	Nature du sol	Epaisseur	Classe de sol
7	caillouteux, limono-sableux, plus argileux en profondeur	0.8 m	S2
16	Caillouteux	1 m	S3
18	Caillouteux + argileux en profondeur	1.6 m	S2
19	Caillouteux sablo limoneux	0.5 m	S3
20	caillouteux	0.3 m	S4
76	Pas de sol	0	-

Tableau 16 : Classification du critère Sol

Compte-tenu de l'échelle d'utilisation de la carte pédologique (1/100 000), nous avons réalisé un travail de correction et de spatialisation des données pour coller à la réalité du territoire.

Les sols caillouteux, correspondant à des bandes très réduites des cônes de déjection de petits cours d'eaux en bordure de terrasses, ont été intégrés aux sols caillouteux plus profonds des terrasses (S3)

L'absence de sol est cartographiée dans le secteur de Charavines en considérant l'ensemble de la zone comme imperméabilisée, ce qui ne correspond pas à la réalité. Le secteur a été affecté de la classe de sol correspondant aux terrains plutôt limoneux en surface (Classe S2). Les bases de coteaux entre le captage et le Bonpertuis ainsi que les bordures du bac à dominante morainique à rive gauche de la Fure (Les Fontannettes, la Sara) présentent des sols plus argileux (Classe S2).



5.3.6 Calcul de la vulnérabilité

La vulnérabilité intrinsèque a été calculée en utilisant les formules suivantes, proposées par le guide méthodologique :

Pour le milieu continu, le critère de vulnérabilité est évalué par la formule :

$$0.1P + 0.25 S + 0.3 I + 0.2 H + 0.15 K$$

(Adapté de la méthode DRASTIC).

Le zonage de la vulnérabilité intrinsèque du BAC est représenté sur la figure en page suivante

La répartition des surfaces est la suivante :

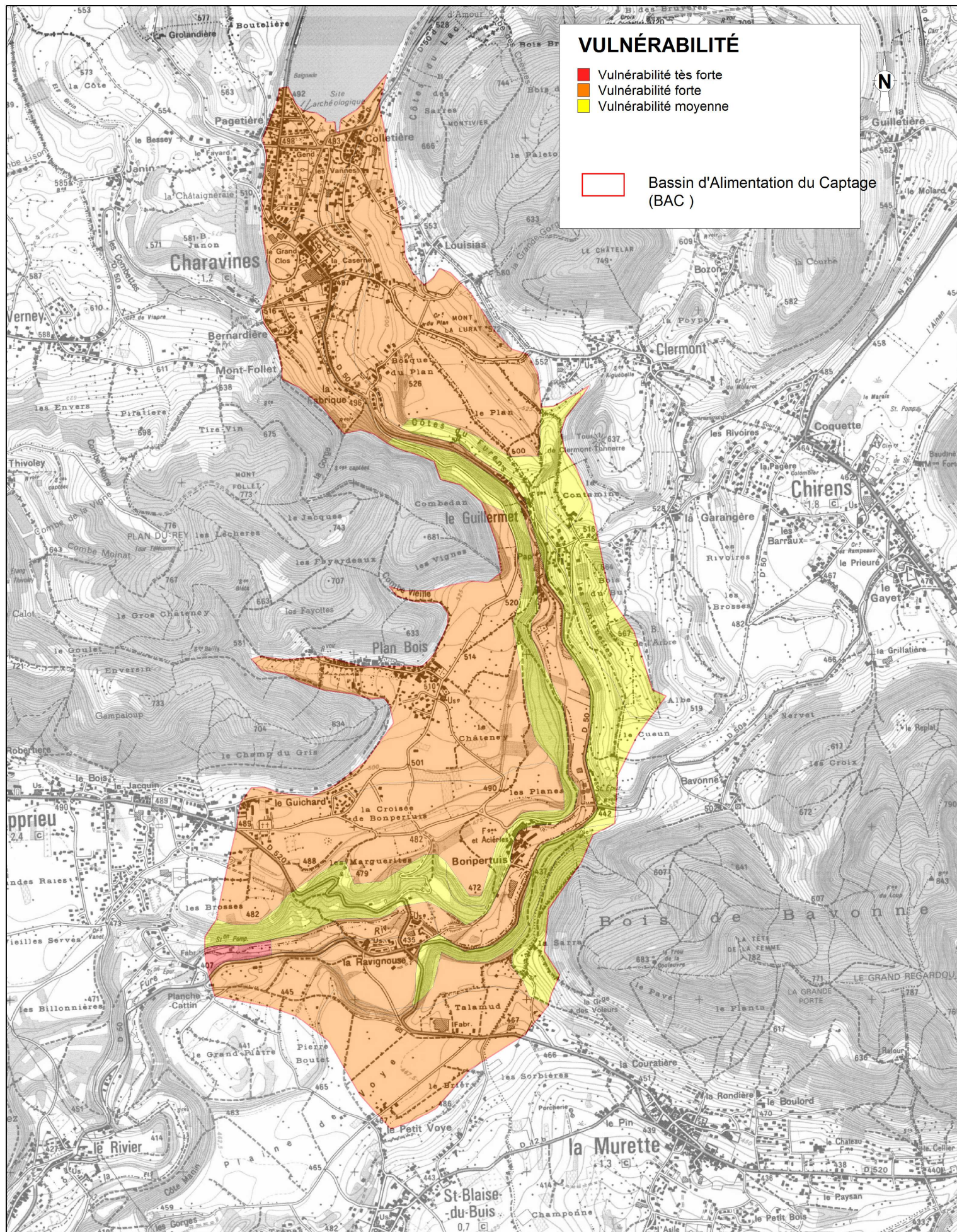
Vulnérabilité très faible	0 ha
Vulnérabilité faible	3 ha
Vulnérabilité moyenne	410 ha
Vulnérabilité élevé	292 ha
Vulnérabilité très élevée	15 ha
Surface totale du BAC	720 ha

Tableau 17 : Répartition des classes de vulnérabilité

Le bassin d'alimentation hydrogéologique du captage de la côte Gagère est principalement classé en vulnérabilité forte, correspondant à la réalité géologique des terrasses fluvioglaciaires et/ou fluviales, assez caillouteuses, mal protégées et relativement plates, sans réseau de drainage (infiltration diffuse dominante). Une classe de vulnérabilité très forte (Classe 4) est attribuée à la bande alluviale entourant le captage de Côte Gagère, ce qui correspond bien à la réalité des observations de terrains, avec les discontinuités dans la couverture pédologique en amont du puits, et la forte infiltration en cas de débordement de la Fure.

Les bordures de terrasses sont classées en vulnérabilité moyenne (classes 2), correspondant aux zones de plus fortes pentes, où le ruissellement domine par rapport à l'infiltration et où il existe des terrains morainiques moins perméables.

Enfin, la zone de Charavines, immédiatement au sud du lac de Paladru, selon les critères de la méthodologie, est classée en vulnérabilité forte, ce qui semble probablement un peu surévalué par rapport à la réalité, compte tenu de l'éloignement par rapport au puits. La méthodologie BAC ne prend pas en compte l'effet d'éloignement et donc les temps de séjours dans l'aquifère, c'est une méthode intégratrice de l'ensemble du bassin d'alimentation. On considérera cette approche comme sécuritaire à l'échelle du bassin.



5.4 Conclusions sur la vulnérabilité du captage vis-à-vis des pollutions diffuses

Le tracé du Bac et l'étude de sa vulnérabilité intrinsèque montrent que l'ensemble du BAC est vulnérable aux pollutions diffuses, en premier lieu la bande alluviale, mais aussi les terrasses fluvioglaciaires et/ou fluviales en bordure. La dégradation de la qualité des eaux au niveau du captage de Côte Gagère pour les pesticides et les nitrates est donc à chercher au niveau de l'activité agricole sur la bande alluviale et les plateaux, en rappelant toutefois que :

- Les teneurs en atrazine ont quasiment disparues dans le captage, ce produit n'est plus utilisé ;
- Les teneurs en nitrates restent marquées, et peuvent s'expliquer par la pollution diffuse :
 - o sur les plateaux, avec une origine agricole où par les boues de STEP sur la terrasse de Plan Bois ;
 - o une pollution d'origine domestique relayée par la Fure. La STEP de Charavines, même avec un traitement optimisé et compte tenu des débits en jeux, apportera un flux continu des nitrates, dilué par la Fure, mais recapté pour partie par le captage de Côte Gagère.

La part respective des apports en nitrates liés à l'agriculture ou liés aux rejets continus de la STEP ne peut être déterminée qu'au moyen de campagnes d'analyses d'eaux en sortie de STEP, dans la Fure et dans un réseau de piézomètres sur la bande alluviale, mais aussi sur les terrasses. Des mesures isotopiques sur l'azote permettraient à moindre coût de vérifier l'origine agricole ou domestique des nitrates.

6. Conclusions générales

L'étude des pressions anthropiques, du fonctionnement hydrogéologique du captage et des scénarios de pollution accidentelle et des pollutions diffuses à l'échelle de tout le bassin d'alimentation du puits de Côte Gères, permettent de caractériser la vulnérabilité du puits.

Toute dégradation de la qualité des eaux de la Fure a donc une conséquence immédiate sur la qualité des eaux du puits (confirmé par les essais sur le terrain de 1994 et 2011, et montré également par le modèle de nappe et les scénarios de pollution).

Tant que cohabitent des rejets polluants dans la Fure et le captage de Côte Gère, celui-ci restera vulnérable aux pollutions accidentelles (micropolluants) et chroniques (bactériologiques)

- En période normale avec une intensité moindre, mais la Fure participe toujours à l'alimentation en eau du captage ;
- Systématiquement en cas de crue (montée des eaux) avec un risque fort de pollution bactériologique ;
- Systématiquement et très rapidement en cas de crue importante de la Fure avec débordement des eaux en amont du captage.

Dans ces deux derniers cas, la filtration est nulle, avec un risque de fort de pollution bactériologique ;

La pollution diffuse agricole existe (terrasses en bordure), mais est très clairement secondaire par rapport au risque de pollution liée à la Fure.

Il paraît difficile ou impossible de faire un remblai dans le lit majeur de la Fure (vallée resserrée, obstacle aux écoulements et accentuation des phénomènes de crue en aval) pour colmater la zone de réinfiltration en cas de crue de la Fure en amont. Cette solution ne règle que partiellement le problème, car les échanges sont importants entre la Fure et le captage, même sans débordement de la Fure.

A la marge, l'amélioration de l'étanchéité du puits (déjà signalée par J. BIJU DUVAL en 1994) va permettre d'améliorer la situation sanitaire.

Actuellement, compte tenu de la situation hydrogéologique, ce sont bien les pressions en amont qui posent actuellement problème, et en particulier le rejet de la STEP de Charavines et le rejet de la STEP d'ARGO WIGINS. L'amélioration de la qualité du traitement de la STEP de Charavines imposerait la réparation de tous les désordres et dysfonctionnements et la mise en séparatif de tout le réseau pour éviter les déversements d'eaux usées dans la Fure en cas de pluie.

Le captage paraît donc difficile à protéger en l'état. Le puits de Côte Gère ne dispose pas de DUP, mais seulement l'avis de l'hydrogéologue agréé de 1995 qui n'a pas été actualisé depuis à partir des nouvelles connaissances sur le fonctionnement de l'aquifère (essais de 2012 et modèle de nappe) et surtout la connaissance des dysfonctionnements de la STEP après cette date.

En cas d'abandon du captage par le Syndicat, ce dernier devra se tourner vers l'utilisation de ressources alternatives :

- L'exploitation du captage de Planche Cattin (source située en pied de coteau, à l'ouest du captage de Côte Gagère) dont le débit, ne suffira probablement pas aux besoins du SIE d'Apprieu ;
- La poursuite de la recherche en eau dans le sillon profond de Bonpertuis. Cette recherche, compte tenu du contexte géologique, apparaît difficile et coûteuse. La garantie des résultats reste hypothétique.
- L'interconnexion avec un autre syndicat disposant de ressources AEP suffisantes (Pays voironnais).

ANNEXES

Annexe 1

Fiches de visite

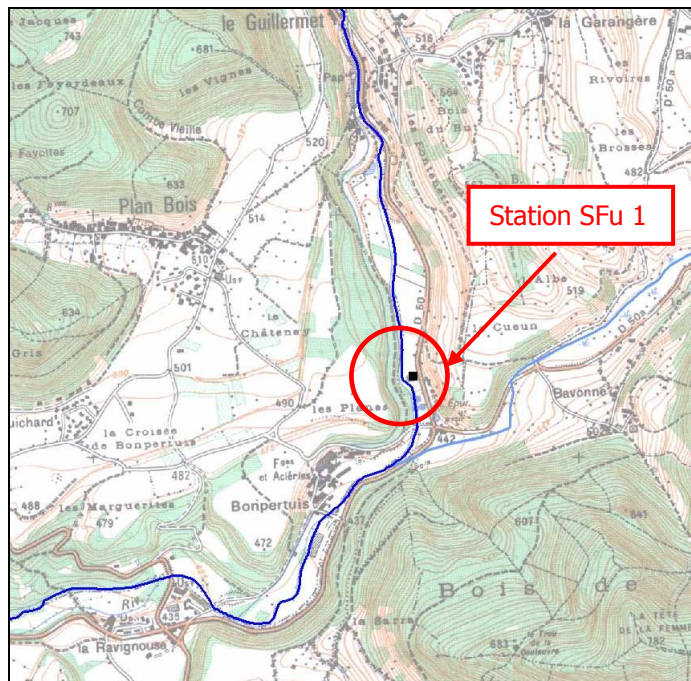
Cette annexe contient 10 pages

STATION DE REMPLISSAGE

N° : **SFu 1**

SITUATION

Commune : Charavines
Coordonnées X= 850 311 m
Lambert 2 : Y= 2 049 497 m



DESCRIPTION GENERALE

Type d'installation : Station de remplissage de fuel
Superficie approximative : 100 m²
Distance au cours d'eau : < 100m
Equipement de sécurité : plateforme béton, grilles de rétention, extincteurs, stockage de déchets souillés

GESTION DE LA STATION

Gestionnaire : La Mure BIANCO

PROBLEMES RENCONTRES

La proximité de la Fure peut faire soupçonner des risques de pollutions accidentelles en cas de fuite des stockages ou lors d'un remplissage.

Toutefois, la sécurisation du site vis-à-vis d'une pollution accidentelle est récente.

PERSPECTIVES D'EVOLUTION

PHOTOS



entrée du site



grille de rétention
grille de rétention

parking



station de remplissage intérieure



sécurité vis-à-vis des incendies



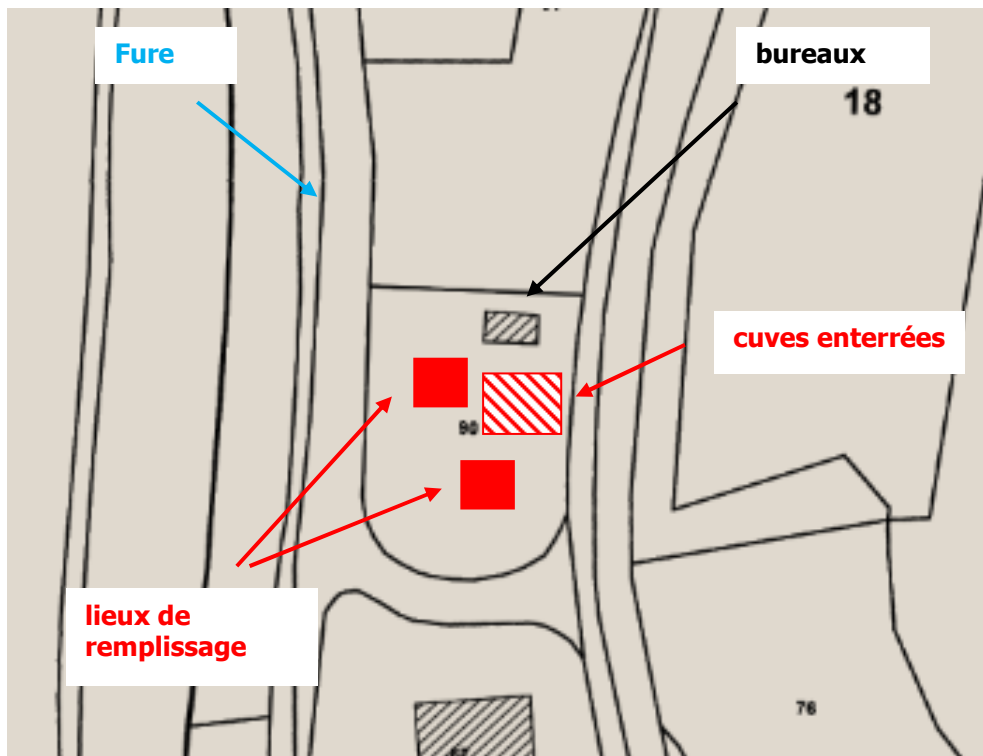
surface bétonnée +
avaloir

station de remplissage extérieure



stockage du fuel

LOCALISATION CADASTRALE

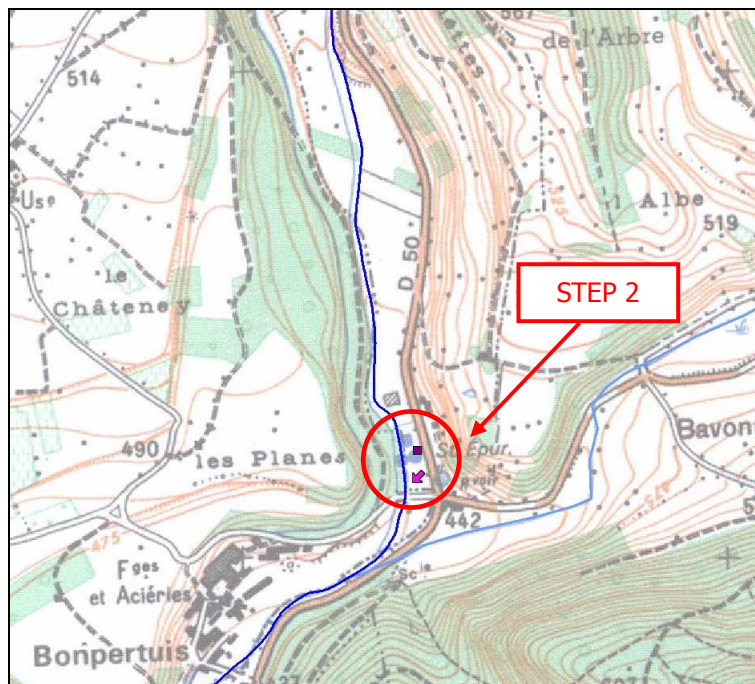


STEP DE CHARAVINES

N° : **STEP 2**

SITUATION

Cours d'eau : Fure
Commune : Charavines
Coordonnées : X= 850 356 m
Lambert 2 : Y= 2 049 385 m



DESCRIPTION GENERALE

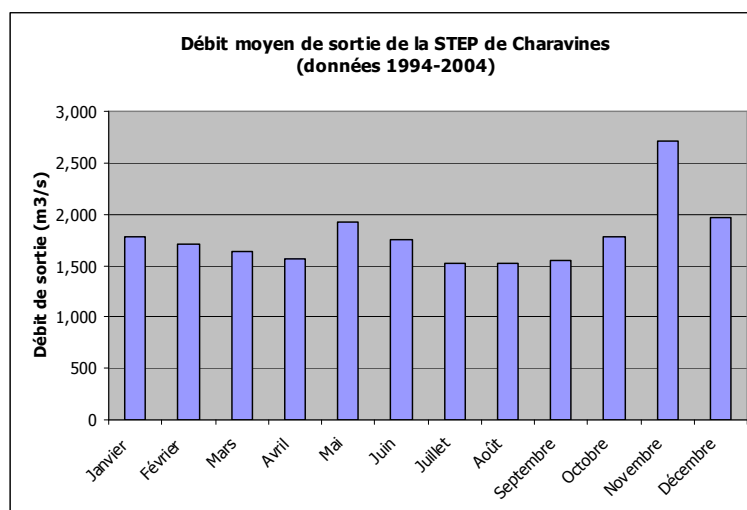
Nom du lieu de traitement : STEP de Charavines
Type de réseau relié : 22% unitaire
Type épuration : Boues activées – aération prolongée
Communes raccordées: Chirens, Charavines, Biliu, Montferrat, Le Pin, Paladru, Valencogne
Taux de raccordement : 65%
Capacité : 14 500 EH
1920 m³/j

GESTION DU CAPTAGE

Maître d'ouvrage : CA Pays Voironnais
Gestionnaire : Véolia Eau

DEBITS DE SORTIE

Système d'autosurveillance depuis 2003



Débit de sortie moyen annuel	20 l/s
Débit de sortie moyen en période d'été	17 l/s

QUALITE DES REJETS

	DBO5	DCO	MEST	Rendement Moyen
Norme de Rejet	30 mg/l	90 mg/l	30 mg/l	
Rendement d'élimination en 2005	97%	93%	97%	96%

PROBLEMES RENCONTRES

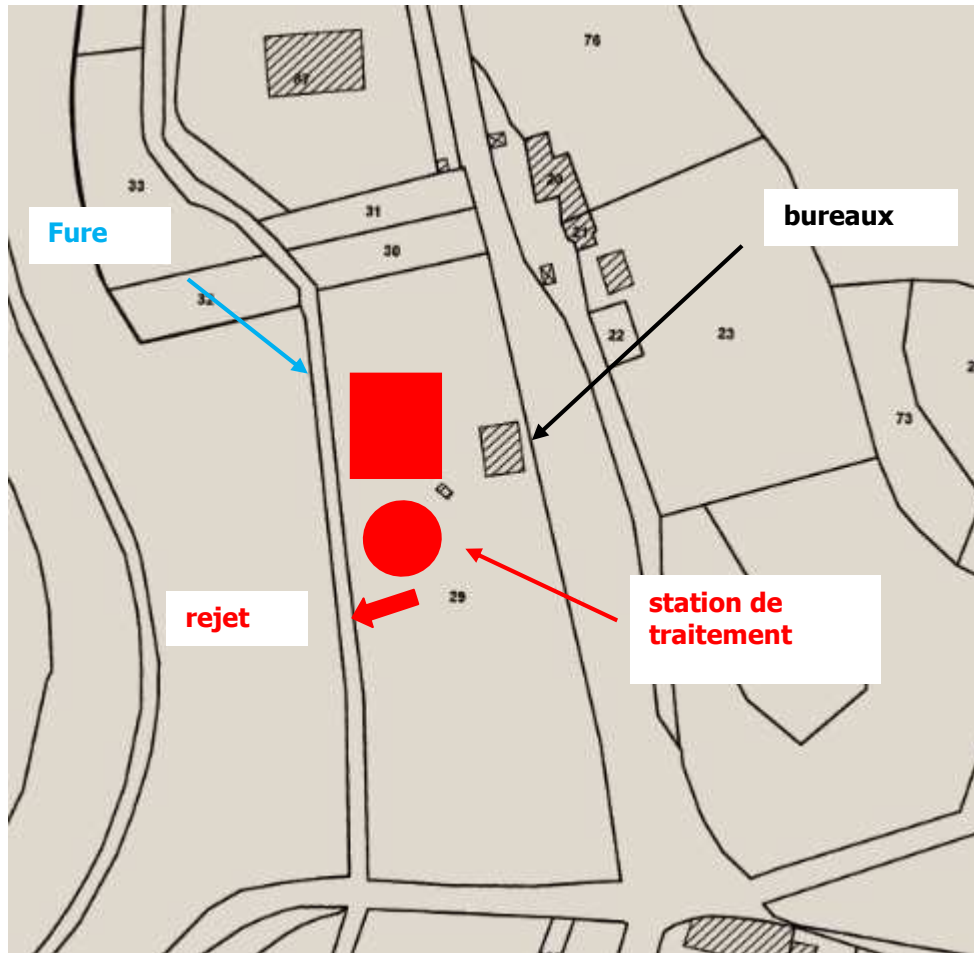
Le réseau draine d'importantes quantités d'eaux parasites qui amènent de fréquents déversements en tête de l'ouvrage. Le volume d'eau parasite a baissé suite à la restructuration du réseau de la rue principale de Charavines en 2005.

PERSPECTIVES D'EVOLUTION

PHOTOS



LOCALISATION CADASTRALE



ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF :

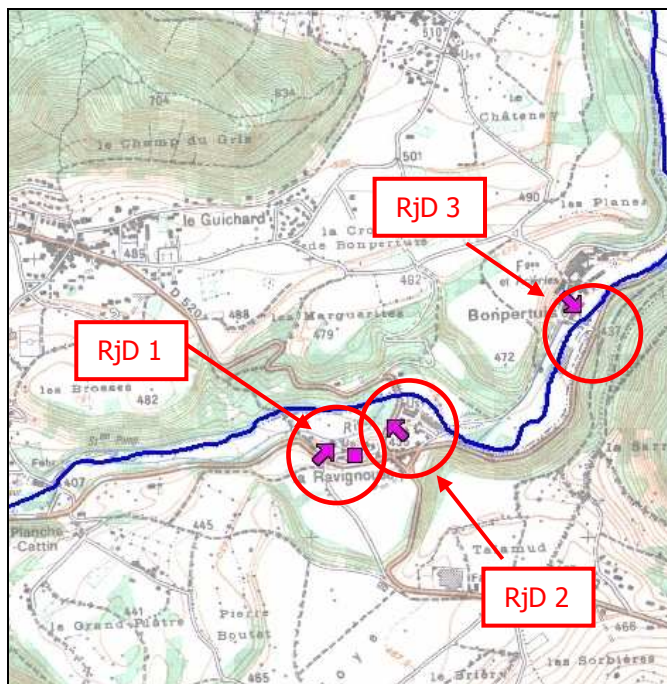
N° : **RjD 1, RJD 2**

SITUATION

Cours d'eau : Fure
Commune : Saint Blaise du Buis
Lieu-dit : La Ravignouse

Parcelle A943 X= 850 325 m
Coordonnées Y= 49 370 m
Lambert 2 :

Parcelle A843
Coordonnées X= 850 325 m
Lambert 2 : Y= 850 325



DESCRIPTION GENERALE

Parcelle A843

Type épuration : STEP privée
Logements raccordés : logements sociaux
Rejets : non identifié

Parcelle A943

Type épuration : fosse dimensionnée +
filtre décolloïdeur
filtre à sable à faire
Logements raccordés : logements sociaux
Rejets : à la Fure

CONTRÔLE

Structure : CA Pays Voironnais
Service : Assainissement non collectif
Fréquence : 4 ans

PROBLEMES RENCONTRES

Parcelle A943 : Actuellement le rejet se fait directement dans le talus. Pourtant, il existe déjà deux fosses et le filtre décolloïdeur, manque encore le filtre à sable pour compléter le dispositif.

Parcelle A843 : La destination des eaux en sortie de STEP n'est actuellement pas déterminée.

Des dysfonctionnements de ces installations autonomes ont été signalés par des pêcheurs.

PERSPECTIVES D'EVOLUTION

Parcelle A943 : mise en demeure du maire pour une mise en conformité de l'installation

Parcelle A843 : Visite de la CAPV prévue en août 2011 reportée pour cause de non accès à l'installation

PHOTOS



STEP de la parcelle A843



lieu probable du rejet parcelle A843



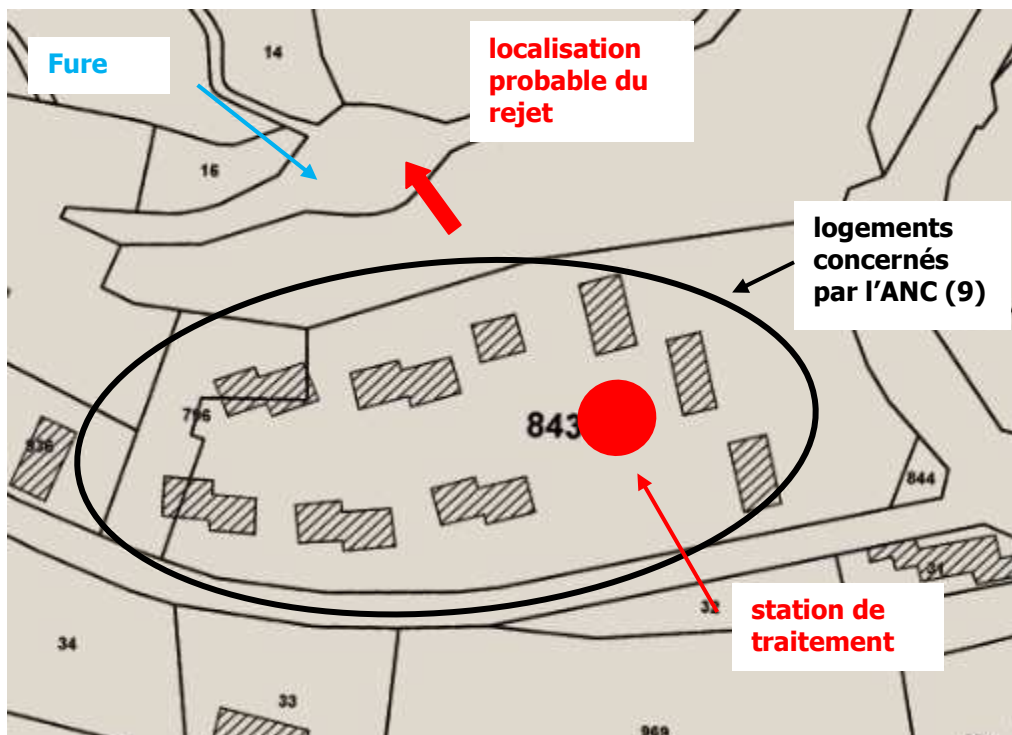
logement de la parcelle A943



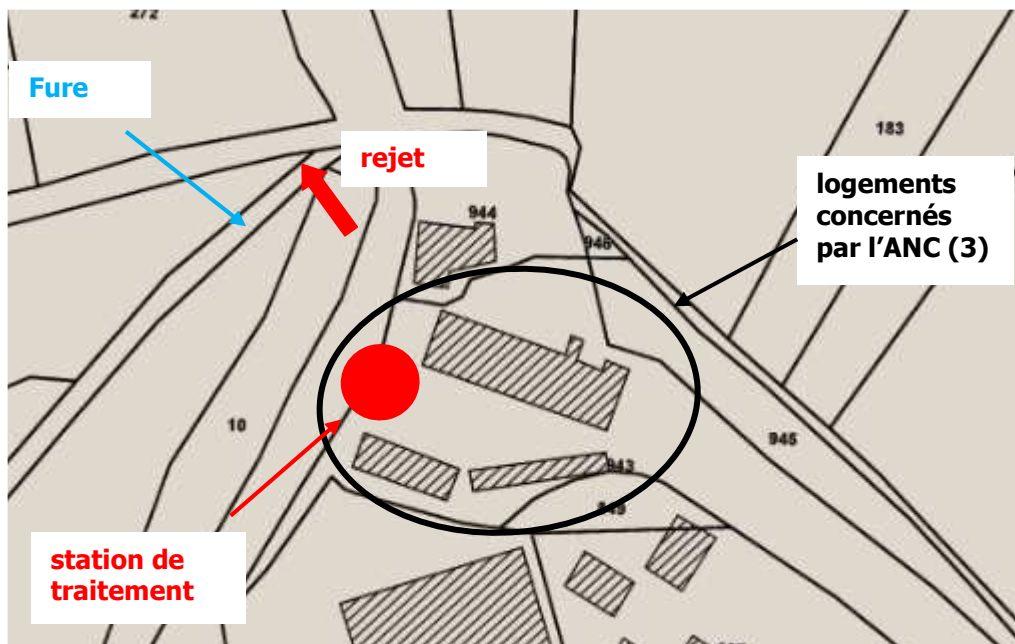
rejet assainissement parcelle A943

LOCALISATION CADASTRALE

Parcelle A843



Parcelle A943

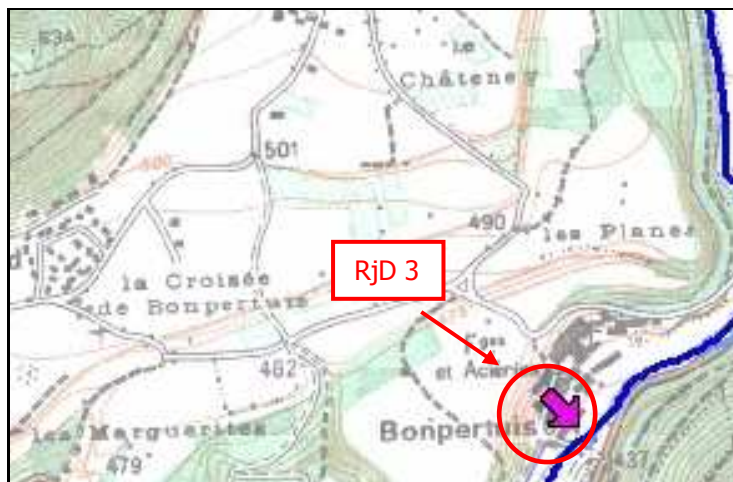


ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF :

N° : **RjD 3**

SITUATION

Cours d'eau : Fure
Commune : Apprieu
Lieu-dit : Bonpertuis
Coordonnées : X= 849 959 m
Lambert 2 : Y= 2 048 986m



DESCRIPTION GENERALE

Type épuration : dispositif autonome
Logements raccordés :
Rejets : non identifié

CONTRÔLE

Structure : CA Pays Voironnais
Service : Assainissement non collectif
Fréquence : 4 ans

PROBLEMES RENCONTRES

L'enquête sur l'assainissement non collectif du site, menée par SDEI en 2008/2009, n'a pas montré de dysfonctionnement

La visite de terrain a tout de même mis en évidence des jardins potagers et des poulaillers en bordure immédiate du cours d'eau, avec risque d'entraînement de matière organique, d'engrais ou de produits phytosanitaires, si débordement de la Fure ou par lessivage. De nombreuses algues ont été observées, ainsi qu'une eau trouble et odorante.

PHOTOS



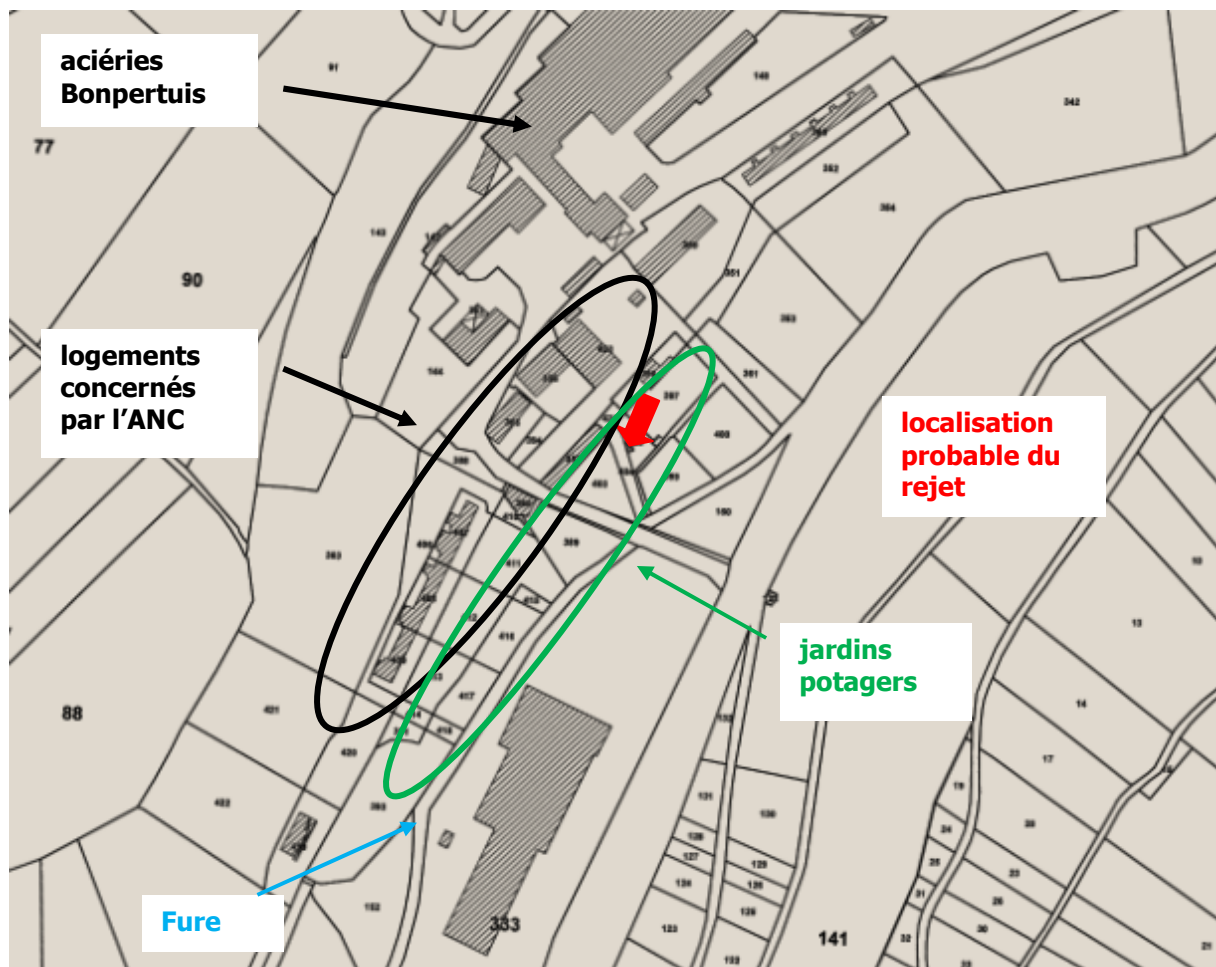
logements en assainissement autonome



jardins et poulaillers en bordure de la Fure

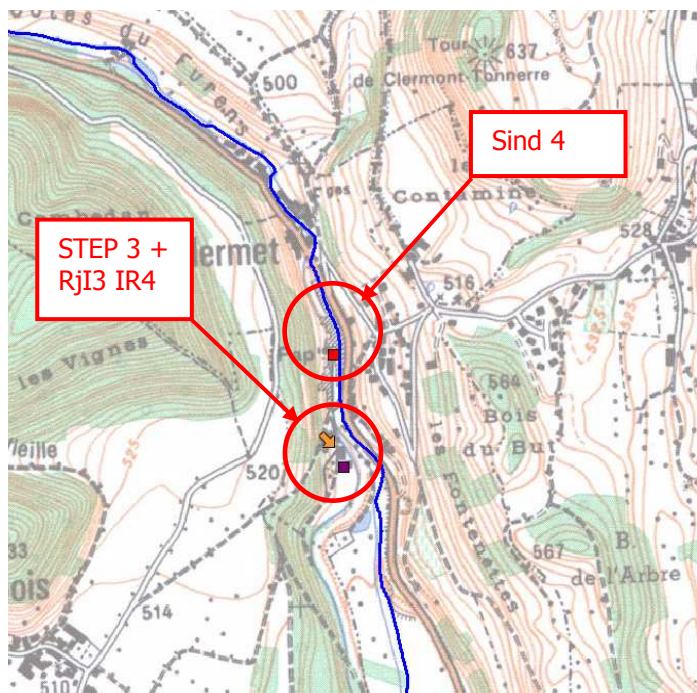


LOCALISATION CADASTRALE



SITUATION

Commune : Charavines
 Coordonnées X= 850 097 m
 Lambert 2 : Y= 2 050 479 m

**DESCRIPTION GENERALE**

Activité principale : Papeterie
 ICPE : oui
 Rubriques IC : 1432 - 1530 - 1715 - 2440
 - 2445 - 2910 - 2920 -
 2925
 Certification : iso 14001
 Stockage de produits dangereux : sur rétention

PRISE D'EAU / REJETS

Prise d'eau : Fure
 Traitement des eaux de process : STEP privée
 Type d'épuration :

PROBLEMES RENCONTRES

L'étude BURGEAP de 2009 a montré que le rejet Arjo Wiggins à Charavines induisait une très forte altération de la qualité des eaux de la Fure amont, la qualité organique passant de moyenne au niveau du pont de la Fabrique à mauvaise en aval du rejet (dégradation des altérations : matières azotées, organiques et oxydables). Le substrat de la Fure subit également un colmatage important. L'influence de ce rejet se ressentait de manière sensible jusqu'à l'aval d'Apprieu.

La STEP à traitement physico-chimique est mise en place depuis 1950, un traitement biologique a été ajouté en 2007. D'autre part, concernant le stockage de produits polluants (polymère, tensioactif, soude, fioul lourd), une mise en demeure a été faite il y a quatre ans : il s'en est suivi une mise sur rétention de tous les produits polluants.

PERSPECTIVES D'EVOLUTION

PHOTOS



STEP



prélèvement d'eau de process



rejet de la STEP sous le pont

LOCALISATION CADASTRALE

